

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE MEDICINA**



**TESIS DOCTORAL**

**Efecto de soluciones remineralizantes en la dureza de la  
dentina sana**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Antonio Barreiro Daviña**

DIRECTOR:

**Juan Pedro Moreno González**

**Madrid, 2015**

Antonio Barreiro Daviña

TP  
1982  
046



X-02-217161-4

EFFECTO DE SOLUCIONES REMINERALIZANTES EN LA DUREZA  
DE LA DENTINA SANA

Departamento de Odontología Profilaxis y Ortodoncia  
Facultad de Medicina  
Universidad Complutense de Madrid  
1982



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

© Antonio Barreiro Daviña  
Edita e imprime la Editorial de la Universidad  
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía  
Noviciado, 3 Madrid-8  
Madrid, 1981  
Xerox 9200 XB 480  
Depósito Legal: M-6243-1982

ANTONIO BARREIRO DAVINA

**"EFECTO DE SOLUCIONES REMINERALIZANTES  
EN LA DUREZA DE LA DENTINA SANA"**

ESCUELA DE ESTOMATOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA  
PROFILAXIS Y ORTODONCIA  
FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
AÑO 1.981



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
Facultad de Medicina  
Escuela de Estomatología  
Depto. de Odontología,  
Profilaxis y Ortodoncia

"EFECTO DE SOLUCIONES REMINERALIZANTES  
EN LA DUREZA DE LA DENTINA SANA"

TESIS DOCTORAL  
D. Antonio Barreiro Daviña

Madrid, 1.981





I

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE ESTOMATOLOGIA

DEPTO. DE ODONTOLOGIA.  
PROFILAXIS Y ORTODONCIA

DR. D. JUAN PEDRO MORENO GONZALEZ, CATEDRATICO DE PROFILAXIS ESTOMATOLOGICA, ESTOMATOLOGIA INFANTIL Y ORTODONCIA, DE LA FACULTAD DE MEDICINA, ESCUELA DE ESTOMATOLOGIA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID,

CERTIFICO:

Que DON ANTONIO BARREIRO DAVIÑA, ha realizado bajo mi dirección el trabajo titulado "EFECTO DE SOLUCIONES REMINERALIZANTES EN LA DUREZA DE LA DENTINA SANA", trabajo que había solicitado se le admitiera como Tesis Doctoral en el Decanato de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense.

Dicho trabajo se encuentra terminado y considero que reúne las condiciones precisas para que sea admitido como Tesis Doctoral en esta Universidad.

Y para que conste y surta los efectos oportunos, firmo el presente en Madrid a 2 de Marzo de mil novecientos ochenta y uno.



## II

Deseo manifestar mi agradecimiento profundo a ---  
cuantas personas han colaborado en la realización de esta  
Tesis Doctoral.

En primer lugar, al Doctor Juan Pedro Moreno González, Director de la misma, cuyo magisterio y consejo tan  
to han significado para mí, brindandome el apoyo desinteresado, generoso y constante de su conocimiento y gran humanidad.

Sin el estímulo de su entusiasmo científico y de su bondadosa exigencia, es posible que toda esta investigación no se hubiese realizado.

Así mismo, al Doctor Francisco Baltá-Calleja, por sus facilidades para utilización del Microdurómetro en el

### III

Instituto de Estructura de la Materia C.S.I.C., quien ---  
amablemente me instruyó en su uso y me asistió en la in--  
terpretación de los resultados.

Dr. Maury Massler y Dr. Ronald Abrams que me an  
marón en la iniciativa de este proyecto y me facilitaron  
el Fluoruro de Plata Amoniacal y el Fluoruro Estanoso.

Doña María Jesús Gómez-Llano, sin cuya colabora-  
ción, no hubiera sido posible la realización de esta te--  
sis.

D. Aquilino Sarasquete Reiriz, por el diseño y -  
realización de la parte gráfica.

Doña Pilar Perez Claver por mecanografiar este -  
trabajo.

## *índice*

I.- INTRODUCCION .....	1
II.- REVISION DE LITERATURA.....	9
II.1.- FLUORURO ESTANOSO .....	10
II.2.- HIDROXIDO DE CALCIO.....	37
II.3.- FLUORURO DE PLATA AMONICAL.....	53
II.4.- DUREZA DEL ESMALTE Y LA DENTINA.....	62
III.- MATERIALES Y METODOS.....	82
IV.- RESULTADOS.....	98
V.- CONCLUSIONES.....	112
VI.- BIBLIOGRAFIA .....	116
VII.- TABLAS Y GRAFICAS.....	143
VIII.- FIGURAS.....	161

- 1 -

## I.- INTRODUCCION

Se reconoce actualmente, que el primer estado --- apreciable de la caries del esmalte se caracteriza, por -- una descalcificación producida bajo la placa bacteriana ca riógena.

Estudios microradiográficos y de microscopía con luz polarizada (Applebaum, 1.935 (5); Darling, 1.956 (33); Gustafson, 1.959 (48); Sognnaes, 1.959 (118), 1.962 (119); Soni and Brudevold, 1.960 (121), han demostrado que se pue de producir una zona desmineralizada, que abarque la total profundidad del esmalte. A pesar de esta extensa desminera lización, una capa firme y superficial de aproximadamente 30 micras parece permanecer intacta. La proteolisis de la matriz orgánica ocurre solo cuando la desmineralización es tá muy establecida (Darling, 1.956 (33)).

Clínicamente, la caries incipiente del esmalte, - aparece como una "mancha blanca". El esmalte pierde su --- translucidez sin que aparezca en su superficie ningún tipo de cavidad. Una posterior y más avanzada desmineralización

produciría la rotura en la matriz de la superficie, formando una cavidad blanquecina y áspera.

Este proceso continuaría hasta que los ácidos producidos por los organismos cariogénos que pertenecen a la placa, fuesen limpiados y bañados por la saliva, y ésta -- misma, así como soluciones calcificantes, pueden proporcionar la remineralización del esmalte desmineralizado. (Anderson, 1.938 (2); Amprino y Camami, 1.956 (1); Head, --- 1.912 (50); McDougall, 1.966 (84). También ha sido demostrado en vivo la capacidad de la saliva para remineralizar esmalte artificialmente descalcificado. (Koulourides, Cuento y Pigman, 1.961 (72); Sognnaes, 1.963 (119); Johansson, 1.965 (62).

La remineralización de la dentina ha recibido mucha menos atención a pesar de los tempranos trabajos realizados por Souder y Schoonover, 1.944 (123), en los que demostraban que superficies descalcificadas artificialmente podían volver a endurecerse con una solución cálcica ----

tras un preliminar tratamiento con fluoruro sódico.

Sowden (1.956) (124), demostró un aumento de la radiopacidad de la dentina cariada bajo un material de obturación de hidróxido de calcio. Klein (1.961) (67), demostró el aumento de la dureza y radiodensidad de la dentina subyacente en una cavidad obturada y con una base de Hidróxido cálcico, en comparación con dentina no tratada.

De hecho la técnica de protección pulpar indirecta, que gana rápidamente aceptación en odontología infantil, se basa parcialmente en esta premisa.

En esta técnica se remueve la capa infectada de la dentina, así como la placa bacteriana, pero se deja la capa más profunda y desmineralizada de la dentina en el fondo de la cavidad, protegida con una capa de hidróxido de calcio y/u óxido de zinc eugenol. La intención de esto, es preservar la vitalidad pulpar, formación de dentina secundaria y remineralización de la dentina descalcificada no removida.

Con esta técnica se ha reducido en gran cantidad el número de traumatismos mecánicos o exposiciones sobre la pulpa. - (Kraus, 1.934 (69); Massler, 1.955 (82); 1.962 (83); Mjör, Finn y Quigley, 1.961 (86); Hawes, Dimaggio y Sayegh, 1.964 (49); Held-Wydlere, 1.964 (51); Delaney y Seyler, -- 1.966 (34); Aponte, Haertsook y Crowley, 1.966 (4); Kato y Fusayama, 1.970 (64); Miller y Massler, 1.962 (85).

Actualmente esta técnica es mucho más exacta merced al método de la Tinción con Fuschina.

Terachima y Fusayama (1.972) (127), y Ohgushi y - Fusayama (1.975) (104), estudiaron las dos capas que se -- producen en la dentina careada.

La primera capa tenía unos cristales granulares e irregulares, no había procesos odontoblásticos, las fibras colagenas estaban deterioradas, había invasión bacteriana, y se podía teñir con 0,5% de Fuschina básica. La segunda - capa, entre la primera y la dentina sana, tenía cristales



de apatita en forma de agujas unidos a fibras colágenas sa  
nas, los procesos odontoblásticos estaban hinchados, no ha  
bía invasión bacteriana, y no era teñida por el método de  
Fuschina, aunque la dentina intertubular estaba parcialmente  
te descalcificada.

Estos trabajos, así como los posteriores estudios  
realizados por Sato y Fusayama (1.976) (114), demostraron  
que la segunda capa de la dentina descalcificada, que no -  
se teñía por la Fuschina, podía recalcificarse.

En vista de la prevalencia de la enfermedad den--  
tal, la pobre relación dentista paciente, la búsqueda de -  
métodos químicos para la defensa contra la caries tiene --  
trascendental importancia.

Esta tesis pretende:

1.- Demostrar la posibilidad de ~~mendurecer~~ endurecer dentina

sana.

- 2.- Investigar y comparar la variedad de iones y soluciones que pueden producir esta remineralización y hacer un estudio comparativo entre la eficacia de ellos.

El término recalcificación correctamente interpretado significa la reincorporación de sales cálcicas en el tejido descalcificado, o quizás más correctamente desmineralizado. Sin embargo se piensa que el término remineralización es más amplio ya que otros minerales pueden incorporarse dentro del tejido dental desmineralizado y con ello reendurecerlo.

En esta tesis el término remineralización se utiliza para indicar el aumento de la dureza de la dentina sana, al incorporar algún mineral, de la variedad que nosotros empleamos. Quizás debiera llamarse sobrem mineralización, esclerosis dentinal o mineralización intradentinal secundaria, pero basándonos en otros trabajos en que ya -

se habla de remineralización de dentina sana (86,89), seguiremos con esta terminología.

El criterio de remineralización se basará en medidas de microdureza así como en radiografías comparativas.

II.- REVISION DE LITERATURA DE LAS SOLUCIONES REMINERALI  
ZANTES Y DE LA TECNICA DE MICRODUREZA.

**II.- 1. Fluoruro Estañoso**

#### FLUORURO ESTANOSO

El uso tópico de fluoruros ha sido evaluado hace -- tiempo mostrando un descenso en la incidencia de caries. Basados en estudios clínicos, un gran número de investigadores ha constatado la eficacia del uso de fluoruros, tanto en solución, como en dentífricos, tabletas gel o lavados bucales en la prevención de caries (Bibby, 1.946 (10); Muhler, 1.959 (93), 1.961 (94); Brudevold, 1.962 (18); Hinrichsen, 1.964 (53); Stookey and Muhler, 1.966 (126); Bixler and Muhler, -- 1.966 (12); Brudevold and de Paolo, 1.966 (17); Bullen, ---- McCombie and Hole, 1.966 (24); Sperr and Seiller, 1.979 ---- (125).

La acción de los fluoruros se ha venido relatando - en base a diversas consideraciones: los fluoruros promueven la formación de fosfato cálcico, esta acción puede inhibir - la caries por disminuir el poder solvente de los ácidos, con la precipitación de fosfato cálcico y asimismo disminuir la

solubilidad del mineral del diente por la formación de fluoruro cálcico ( $\text{CaF}_2$ ) y/o fluorapatita (Volker, 1.939 (132); - 1.940 (133); Gerould, 1.945 (45); Brudevold, 1.962 (18); Wei, 1.963 (135); De Shazer and Swartz, 1.967 (35).

Koulorides (1.960 (71), 1.961 (72), 1.962 (73) basándose en estudios de endurecimiento de superficies de esmalte reblandecido, tanto natural como artificialmente, tratado con soluciones de fosfato cálcico, verificó la posibilidad de que los fluoruros pudieran intervenir en el proceso de remineralización.

Varios autores estudiaron parcialmente los mecanismos de acción de los fluoruros como respuesta a la importancia de diferentes cationes (Estaño, Hierro, Plata, Zinc) y aniones (fosfatos y cloruros) pero sus conclusiones permanecen turbias (Torrel, 1.956 (128); Ericsson, 1.962 (28); Berggren, 1.964 (8); Francis, 1.965 (42); Gray 1.965 (46).

La toma de estaño (II) ha sido más investigada (Lowa ter y Murray, 1.937 (80); Brudevold y Steadman, 1.956 (20); Brudevold y cl., 1.956 (21); Hoerman y cl., 1.966 (56). Se ha observado que el esmalte de dientes recientemente erup-- cionados, contenía solo pequeñas cantidades de estaño, infe-- riores a 7 p.p.m. mientras que el viejo, descolorido, pero sano contenía cantidades superiores a 55 p.p.m. (Little y - Steadman, 1.966 (79)).

Un temprano trabajo de Fischer et cl. (1.954) (40), con técnicas de difracción electrónica y de R-X, observó -- que el esmalte sano en polvo tratado con fluoruro estanoso, mostraba la presencia de un material predominante "amorfo" que tenía lugar como transformación de la estructura de a-- patita. El cambio tenía lugar principalmente en la superfi-- cie de las partículas de esmalte.

Collins et cl. (1.961) (27) y Collins (1.962) (28), estudiaron las reacciones de la hidroxapatita y el fluoru-- ro estanoso. Variando las condiciones experimentales se for--



maron distintos tipos de fosfatos de estaño ( $\text{Sn}_3 (\text{PO}_4)_2$ , ---  
 $\alpha$  y  $\beta$   $\text{SnHPO}_4$  ó  $\text{Sn}_4 (\text{PO}_4)_2 (\text{OH})_2 \text{H}_2\text{O}$ ).

Puttnam y Bradshaw (1.965) (108), con técnicas de -  
fluorescencia de R-X, mostraron que el estaño del  $\text{SnF}_2$  apli-  
cado tópicamente, era retenido por el esmalte y además no --  
era eliminado por subsiguientes limpiezas o grabado al ácido.  
Concluyeron que el estaño estaba presente en una forma quími-  
ca combinado con el esmalte. Se sugería que se depositaba co-  
mo fosfato de estaño limitado a la superficie (Brudevold, --  
1.962 (18)) y otros sin embargo sugerían la formación de hi-  
dróxiortofosfato estanoso (Nebergall, Langer, 1.963).

Brudevold y De Paola (1.966) (17), revisaron la ---  
eficacia anticaries de los fluoruros y sales no fluoradas u-  
tilizadas en tratamiento tópico, resultando Efectivas: Fluo-  
ruro sódico, Fluoruro potásico, Fluoruro de plomo, Fluoruro  
estanoso, Fluoruro férrico. Ineficaces: Nitrato de plata, --  
Sulfato estanoso, cloruro de zinc, Nitrato de indio y Fluobo-  
rato de plomo.

El uso de las soluciones fluoradas no está limitado al esmalte. Las superficies dentinales, también están expuestas a las soluciones durante la terapia de fluor tópico. Se han aplicado soluciones y gels fluorados a superficies - con exposición de raíz como método de desensitización. La incorporación de fluoruros a cementos y restauradores ha sido evaluada. Aunque hay una considerable información sobre el efecto de las soluciones fluoradas en el esmalte, la dentina venía recibiendo poca atención.

Uno de los primeros trabajos sobre remineralización, con el uso de  $\text{SnF}_2$ , es la tesis de Mopper (1.966) (91), en la que mostraba que láminas de dentina de 1 mm. de espesor desmineralizadas con EDTA, pueden ser remineralizadas en "vitro". Su criterio se basaba en evidencia radiográfica, microradiográfica y microscopía electrónica, ésta última indicaba la depositación de un material denso granular en la matriz orgánica.

Un gran avance se consiguió con la tesis de Wei --

(1.967) (139), sobre Remineralización de la dentina careada in vitro. El  $\text{SnF}_2$  mostró una marcada capacidad de depositar mineral en la dentina careada como revela el gran aumento - en micro-radiodensidad, la distribución de mineral fué mayor en la capa más profunda de dentina careada donde la matriz colágena orgánica está menos afectada por la caries. - Esta depositación preferente era interesante desde el punto de vista de Johansen (1.964) (61) y otros, que indicaban, - que la presencia de fibrillas orgánicas intactas dentro de las lesiones, pueden ser los asientos de formación de nuevos cristales en el proceso de remineralización por estudios de tinción en la presencia de estaño (II).

El microscopio electrónico dió un diagrama que mostraba un material granular denso, distribuído como en la mineralización normal, con una densa zona peritubular.

Durante la reunión de la IADR en marzo de 1.967, - se presentaron varios trabajos sobre el tema. Wei y Massler (1967) (137), investigaron el efecto de soluciones de fluo-

ruro sódico y estanoso en la dentina careada in vitro. Las radiografías de dentina careada tratada con  $\text{SnF}_2$ , mostraron un gran aumento en radiopacidad comparada con la anterior - al tratamiento. La radio densidad aumentaba con el tiempo - de inmersión.

Las electromicrografías mostraban que un material granular electrodenso se depositaba dentro de la matriz dentinal y era especialmente denso en la zona peritubular, en las secciones tratadas con  $\text{SnF}_2$ . Se indicó que la remineralización puede ser debida a la reacción química entre la hidroxiapatita residual en la dentina careada y el  $\text{SnF}_2$ . No - se observaron diferencias significativas en las secciones - tratadas con NaF y las no tratadas..

Wei, Kaqueler y Massler, 1.968 (141), presentaron un trabajo sobre remineralización in vitro de la dentina careada desmineralizada naturalmente. Se estudiaron lesiones careadas activas basadas en el criterio de Miller y Massler (1.962) (85); Barber y Massler (1.964) (7); Jarnat y Mass--

ler (1.965) (112), que demostraron que las lesiones careadas detenidas tienen un mayor contenido mineral que las activas y han disminuído grandemente la permeabilidad a tintes y radioisótopos. Además las lesiones careadas activas, se eligieron por presentar una amplia región de dentina desmineralizada, con una estructura de la matriz orgánica casi intacta (Johansen, 1.962 (59)).

Se realizó un estudio comparativo con tres tipos - de soluciones:

- I.- Soluciones calcificantes
- II.- Soluciones fluoradas
- III.- Soluciones de metales pesados

Radiográficamente:

Ninguna de las soluciones calcificantes produjo aumento en radiodensidad.

Del grupo II el fluoruro estanoso, de plata y de --  
plomo produjeron un gran aumento de radiodensidad en horas.

Del grupo III el nitrato de plata produjo un aumen-  
to apreciable en radiodensidad.

#### Microradiografías:

La sección tratada con 10% de  $\text{SnF}_2$  en una hora mos-  
tró un aumento en microradiodensidad que excedía a la de la  
dentina normal y se aproximaba a la del esmalte sano. Otras  
secciones tratadas con NaF, calcificantes y APF no mostraron  
aumento.

#### Tinción:

Las secciones tratadas con  $\text{SnF}_2$  mostraron un marca-  
do descenso en la toma de toluidina azul y naranja G en con-  
traste con las no tratadas. El contrateñido con NaS indicó -  
que el Estaño (II) había penetrado profundamente.

#### Microscopía electrónica:

No se observaron cambios en las secciones tratadas con sales calcificantes o  $\text{SrF}_2$ . En el caso de  $\text{NaF}$  se apreciaron cristales de apatita como estrechas agujas. Estos cristales parecían más claramente definidos que en la dentina normal y pueden tener una mayor cantidad de fluoruro como surgió Johansen (1.962) (59). Las secciones tratadas con 10%  $\text{SnF}_2$ , mostraban un material electrodensó, en forma de gránulos redondos u ovalados, de diferentes tamaños, depositado en la matriz dentinal desmineralizada. El material se presentaba más concentrado en las zonas peritubulares, donde se unían y fusionaban formando estructuras alargadas rodeando los túbulos dentinales. En contraste el material no se depositaba tan densamente en la región intertubular donde permanecía una matriz orgánica amorfa y grisácea. No se identificaron fibras colágenas.

También en la IADR Forbes y Wei (1.967) (41), presentaron un trabajo sobre análisis de difracción de R-X de

la reacción del  $\text{SnF}_2$  con hidroxiapatita sintética. Los resultados de esta investigación fueron completados más tarde en la publicación de Wei y Forbes (1.968) (140): Análisis de difracción de dentina careada tratada con  $\text{SnF}_2$ , en el que se - trataba de determinar si el material granular electrodenso - identificado anteriormente era cristalino o amorfo.

Para investigar si el producto obtenido era el re--sultado de la reacción entre  $\text{SnF}_2$  y el material inorgánico - residual (apatita) o la fase orgánica de la dentina careada (sustancia colágena), se hizo reaccionar hidroxiapatita sin--tética y colágeno extraído con 10% de  $\text{SnF}_2$  bajo las mismas - condiciones de tiempo y temperatura.

Además, los experimentos conducían a determinar los efectos de tiempo, concentración y volumen de la solución en la reacción con HA sintética.

Se realizaron diagramas de difracción de dentina sana en polvo y dentina careada en polvo. Esta última mostraba



un pico de menor intensidad que la sana, lo que representa la hidroxiapatita residual presente en la dentina careada - como observó Malone en 1.966 (81).

La dentina careada tratada con 10% de  $\text{SnF}_2$ , presenta varios picos de relativamente buena intensidad. El dia--grama presenta inequívocamente la naturaleza cristalina y - es diferente a los diagramas de HA y  $\text{SnF}_2$  por separado.

Los diagramas de HA sintética tratada con  $\text{SnF}_2$  e - HA y colágeno mostraron prácticamente el mismo diagrama. La menor intensidad de los picos de esta última son debidos - a la menor cantidad de HA utilizada en la reacción.

El uso de diferentes concentraciones de  $\text{SnF}_2$  e HA sintética en diferentes tiempos dió lugar a los mismos dia-gramas de difracción y los resultados mostraban un material idéntico al encontrado en la dentina careada tratada con --  $\text{SnF}_2$  en todos los casos. La reacción entre  $\text{SnF}_2$  e HA sintética tenía lugar muy rápidamente en 5 minutos, tanto en so-

luciones concentradas como diluidas. Y no sufre cambios en -  
exposición continuada de 10 días.

La similitud de los diagramas obtenidos de la HA --  
sintética y el colágeno, sugiere que el nuevo material cris-  
talino se produce por reacción de la HA inorgánica y el  $\text{SnF}_2$ .  
El colágeno de la matriz dentinal juega aparentemente un pa-  
pel en esta reacción. El material cristalino es diferente --  
del material amorfo descrito por Fischer (1.954) (40). Los -  
diagramas obtenidos no rechazan los trabajos de Collins ----  
(1.961) (27), pero basados en datos de fluorescencia sugieren  
que se forman fosfatos de estaño pero varían en estructura -  
y estequiometría de los descritos previamente.

Es interesante observar que en el diagrama obtenido  
no aparece ninguno de los productos esperados de la reacción  
química entre el  $\text{SnF}_2$  y la HA, no hay evidencia de presencia  
de  $\text{CaF}_2$  o fluorapatita en este diagrama.

Posteriormente Wei y Forbes (142) realizaron un tra

bajo con dentina sana (1.969) y diversas soluciones fluordas APF, NaF, HF y  $\text{SnF}_2$ . El diagrama de difracción de dentina sana no tratada mostraba un pico amplio para un ángulo de difracción  $2\theta$  de aproximadamente 32 grados que representa las reflexiones características de la HA (211) (112) y (300). El segundo pico de mayor intensidad a 26 grados,  $2\theta$  aproximadamente correspondiente a la reflexión de la apatita (002).

El tratamiento de la dentina sana con 2% de NaF -- produjo muy débiles reflexiones de fluoruro cálcico mientras que las de HA apenas variaron.

El tratamiento con una débil solución de HF dió lugar a la formación de  $\text{CaF}_2$  con la completa desaparición de las reflexiones de la HA. El diagrama era muy aproximado al de una muestra pura de  $\text{CaF}_2$ , en los picos a 28 y 47 grados  $2\theta$ .

En el caso de tratamiento con APF se estudió el --

efecto del tamaño en la reacción con partícula de tamaño -- grande (125 - 176  $\mu$ ) se detectaron reflexiones del  $\text{CaF}_2$  a - 28 y 47 grados  $2\theta$ , además hubo una reducción substancial - en las intensidades de las reflexiones de HA.

Cuando se redujo el tamaño de la partícula (37 -- 62  $\mu$ ) las reflexiones de HA desaparecían y las de  $\text{CaF}_2$  aumen taban en intensidad.

La reacción de una solución al 10% de  $\text{SnF}_2$  y dentina sana dió lugar a un diagrama de difracción de un nuevo material cristalino, descrito previamente por Wei y Forbes ---- (1.968) (140).

Se concluyó que las reacciones entre dentina sana en polvo y diversas soluciones fluoradas producían los mismos productos que el esmalte sano en polvo (Wei, Forbes, -- 1.968 (136)) y la dentina careada (140). La cantidad de producto formada, era mayor que en el esmalte, debido probable mente a que la dentina es más porosa que el esmalte y la HA

está peor cristalizada en la dentina dando lugar a una mayor superficie de reacción con las soluciones fluoradas.

Nelson (1.968) (99), estudió la proporción de  $\text{CaF}_2$  formado en la HA con diferentes soluciones "tampon" (buffer). Sugirió que probablemente se formaba cierta "fluorapatita" en la interfase  $\text{CaF}_2$  - Apatita y probablemente se cubren los cristales de HA con una celda unidad o dos de fluorapatita.

Los resultados de esta investigación tienden a confirmar reacciones similares en la dentina sana, pero la fluorapatita formada (si la hubo) estaba por debajo de los límites de detección de las condiciones experimentales.

Un trabajo posterior fué la determinación de la composición del nuevo compuesto cristalino, investigación que llevaron a cabo Jordan, Wei, Bronberger y King (1.971) (63). El material inicial de estudio era parte de la muestra original preparada por Wei y Forbes (1.968). Mediante -

estudios ópticos, se observó que, junto al material cristalino, cierto material amorfo se encontraba generalmente presente. Debido a las dificultades de separar el material cristalino del co-producto amorfo, se trató de aislar un cristal - simple para la investigación por R-X.

Las fotografías de Rayos X Weissenberg mostraron -- que los cristales eran romboédricos, por razones de conve--- niencia se tratan generalmente como exagonales. De esta forma pudieron listarse las distancias interplanos usando las - dimensiones de la celda exagonal obtenidos de las fotogra--- fías del cristal. Las dimensiones de la celda unidad que mejor concordaron con los datos del polvo fueron  $a = 11.853^{+0.01} \text{ \AA}$  y  $c = 4.617^{+0.007} \text{ \AA}$ . Estas dimensiones concuerdan - excelentemente con las distancias interplanares observadas - por Wei y Farbes y remedidas en este estudio así como con -- las calculadas teóricamente. Volumen de la celda unidad = --  $561.7 \text{ \AA}^3$ .

El conocimiento del volumen y la simetría de la cela

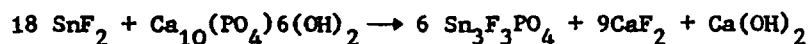
da unidad junto con el conocimiento de los reactantes que -  
daban lugar al nuevo producto, dejaban solo un pequeño n~~ú~~me  
ro de fórmulas para este compuesto.

El principio del proceso de eliminación fué el exa  
men de presencia de iones fosfato ( $\text{PO}_4^{=}$ ) que resultó positi  
vo por el método de molibdato (Wilson, 1.959) (145). Debido  
al tamaño del ion fosfato ( $\simeq 4.2 \text{ \AA}$  de altura,  $\simeq 60 \text{ \AA}^3$  de  
vol.) y la simetría de la celda unidad, (solo posiciones --  
triplemente y novenamente equivalentes) solo podía haber --  
tres iones fosfato por cada unidad. Además, como los iones  
fosfato ocupan las mismas posiciones triplemente equivalen  
tes, debe haber al menos nueve de cada otra clase de iones  
en la celda exagonal.

Dado el razonable reconocimiento de que el estaño  
y el fluor están presentes en este compuesto, la celda uni  
dad ha de ser al menos  $\text{Sn}_9\text{F}_9 (\text{PO}_4)_3$  ó tres unidades de ----  
 $\text{Sn}_3\text{F}_3 (\text{PO}_4)$ .

Como la muestra original fué obtenida en solución acuosa, se observó si la misma reacción podría tener lugar en ausencia de cualquier medio, mezclándose  $\text{SnF}_2$  e HA. Esta reacción apuntó al  $\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$  como la fórmula correcta para el compuesto nuevo formado. Como la reacción dió el mismo compuesto en ausencia de protones que pudieran combinarse con el fluor, esto eliminaba al  $\text{Sn}_3(\text{HF}_2)_3\text{PO}_4$  como una posible fórmula ya que en la reacción original había iones hidrógeno y esta fórmula era consistente con el tamaño y simetría de la celda unidad.

La reacción puede describirse como:



Los resultados del análisis químico de este producto establecieron el  $\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$  como la fórmula correcta. Los valores teóricos en % de Sn, F y  $\text{PO}_4$  coincidieron con los resultados experimentales, además la densidad calculada comparada con el valor experimental fué la misma.



El hecho de que el  $\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$  pueda producirse por - reacción de 10% de  $\text{SnF}_2$  con Hidróxiapatita sintética así co - mo esmalte y dentina sano y careado rechaza el mecanismo de acción propuesto por Mahler (1.968) (95), que sugería dos - reacciones diferentes dependiendo de si la superficie del - esmalte es sana o careada.

La diferencia entre sano y careado debe ser respeg - to al tamaño de la partícula y área superficial.

Experimentos adicionales mostraron que se formó -- una gran cantidad de  $\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$  en la reacción de polvo de es - malte granulado muy fino mientras que solo se detectaron mí - nimas cantidades en las superficies de esmalte intacto (Wei, Forbes, 1.968)(136).

## RESUMEN

Las primeras investigaciones sobre remineralización de Dentina con  $\text{SnF}_2$  fueron realizadas en "vitro", introduciendo láminas de dentina desmineralizada artificialmente (91) y dentina careada (139, 137, 141) en solución al 10% de  $\text{SnF}_2$ . Se confirmó la remineralización en base a estudios:

### Radiográficos y Microradiográficos

Se observó aumento de radiodensidad y microradiodensidad (91, 139, 137) próximo a la del esmalte (141). Este aumento fué mayor en la capa más profunda, menos afectada por la caries (139, 61), y aumentaba progresivamente con el tiempo de inmersión (137). En estudio comparativo con otras soluciones (141) no se obtuvo aumento de radiodensidad con soluciones calcificantes radiográficamente, sólo con Fluoruro de Plata, de Plomo y Nitrato de Plata. En las microradiografías

no se observó aumento ni en soluciones calcificantes, ni --  
NaF ni A.P.F.

#### Químicos

Se observó presencia de Sn (II) (139) y que éste -  
había penetrado profundamente (14) con métodos de tinción.  
Ya anteriormente se había referido la importancia del ca---  
tión Sn (II), que aplicado tópicamente era retenido por el  
esmalte (108, 18).

#### Microscopía Electrónica

Se observó depositación de un material electroden-  
so granular en la matriz dentinal desmineralizada (91) más  
denso en la zona peritubular (137, 139, 141) que en la re--  
gión intertubular, donde permanecía una matriz orgánica ---  
amorfa y grisácea. No se identificaron fibras colágenas.

Mediante la difracción de Rayos X, se llevó a cabo la investigación de la cristalinidad o amorfidad del material, así como qué elementos de la dentina participaban en su formación. Se realizó un estudio comparativo del material formado en la dentina careada tratada con  $\text{SnF}_2$  y de las reacciones de H.A. sintética con  $\text{SnF}_2$  e H.A. sintética y colágeno con  $\text{SnF}_2$  (41, 140).

En los tres casos los diagramas de difracción dieron como resultado que el material formado era de naturaleza cristalina, concluyéndose que el colágeno jugaba un papel insignificante, y que el  $\text{SnF}_2$  reaccionaba con la H.A. inorgánica. Este material cristalino era distinto del material amorfo descrito con anterioridad producido en la reacción de esmalte sano en polvo con  $\text{SnF}_2$  (40).

Estudios de fluorescencia evidenciaron la formación de fosfatos de estaño (140) pero de diferente estructura y estequiometría a los descritos previamente (27) como resultados de la reacción H.A. y  $\text{SnF}_2$ .

Se investigaron otras soluciones fluoradas en el --  
tratamiento de "Dentina Sana", los diagramas de difracción -  
de Rayos-X mostraron los siguientes resultados:

- La dentina tratada con NaF mostró débil presencia  
de  $\text{CaF}_2$  manteniéndose la H.A.
- Con H.F.: formación de  $\text{CaF}_2$  y desaparición de H.A.
- Con A.P.F.
  - . partícula grande, se detectó  $\text{CaF}_2$  e hidroxia  
patita.
  - . partícula pequeña, aumento de  $\text{CaF}_2$  y desapa-  
rición de H.A.
- La dentina tratada con  $\text{SnF}_2$  mostró un diagrama de  
un nuevo material cristalino. No hubo evidencia -  
de  $\text{CaF}_2$  ni de fluorapatita (41, 140).

Estos diagramas de difracción fueron iguales a los  
de dentina careada tratada con  $\text{SnF}_2$  (140) y esmalte sano en -

polvo con  $\text{SnF}_2$  (136).

En un posterior estudio se investigó la composición del material cristalino producido como reacción de la dentina careada tratada con  $\text{SnF}_2$ , resultando un fosfato de estaño:  $\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$  (63).

El mismo producto se obtuvo por reacción de H.A. sintética con  $\text{SnF}_2$ , así como en esmalte y dentina sanos tratados con  $\text{SnF}_2$ .

Las diferencias observadas fueron con respecto a la cantidad de material formado. En la dentina la cantidad del nuevo producto formado era mayor que en el esmalte, debido a que la dentina es más porosa y presenta un área superficial de reacción mayor (140).

En el esmalte en polvo con  $\text{SnF}_2$  se obtuvo gran cantidad del nuevo producto, mientras que en esmalte in---

- 36 -

tacto tratado con  $\text{SnF}_2$  las cantidades fueron mínimas (136).

II.- 2. Hidróxido de Cálcio



#### HIDROXIDO DE CALCIO

La esclerosis dentinal ha sido considerada como -- una respuesta a la irritación y actúa como mecanismo de -- protección de los tejidos pulpaes adyacentes. Beust ----- (1.931) (9) hizo hincapié en la importancia de este meca-- nismo de protección estableciendo que la resistencia a la caries de un diente aumenta en proporción a su esclerosis dentinal.

En 1.934 Warren (134) y colaboradores demostraban que la dentina afectada por cambios externos era considera**ble**mente más radiopaca que la dentina normal.

Así mismo varios autores Bodecker, 1.926 (14); Kronfeld, 1939 (70); Mummery, 1.924 (96); Vissotzky, 1.945 (131); Bodecker y Applebaum, 1.931 (15); Fish, 1.928 (39); Leffko - witz, 1942 (76); Wider y Mohammed, 1.956 (144), describían la formación de un material esclerótico en la dentina, -- atribuyendo su formación al estímulo de la caries, ----

edad, atrición, abrasión y procedimientos operatorios.

En 1.956 Sowden (124) estableció que la aplicación directa de hidróxido de calcio en la dentina careada, estimulaba su recalcificación, radiográficamente las áreas calcificadas, aparecían blancas, similares al esmalte.

Zander (1.959) (152) indicó la conveniencia de poner hidróxido de calcio entre la dentina y el cemento para disminuir su efecto nocivo sobre la pulpa. Pero no consideró ninguna acción sobre la dentina primaria.

Blake (1.960) (13), sumerge muestras de dentina, cortadas transversalmente a los túbulos dentinales, en una solución calcificante, que contiene sodio, calcio, potasio, bicarbonato e iones fosfato.

Los estudios radiográficos posteriores a este tra

tamiento, demostraron que una cantidad de túbulos dentinales se habían ocluido completamente con un material relativamente denso, mientras que otros túbulos permanecían sin afectarse. Esta mineralización en vitro de los túbulos era aproximadamente del mismo grado que la presentada en la zona peritubular de la dentina normal. Con un aspecto similar al presentado en la dentina esclerótica, asociada con atrición y caries, y la de las raíces de los dientes viejos.

Un estudio realizado por Klein (1.961) (67), investigó la relación entre la presencia, en dientes temporales, de una base de hidróxido de calcio y la esclerosis dentinal en la proximidad de esta base.

La evaluación densiométrica de las radiografías, demostraba un aumento de la densidad o dentina esclerótica en las áreas intermedias entre el material base y la pulpa. El examen microscópico mostraba que estas áreas de evidente esclerosis radiográfica, presentaban una denti-

na muy irregular, esclerótica, caracterizada por una disminu  
ción de túbulos, con un aumento de la cantidad de matriz denti  
nal.

A diferencia del trabajo de Sowden, en el que no se eliminaba la totalidad de la caries, por lo que su llamada "re  
calcificación" podría ser una respuesta por parte de la denti  
na careada. En este trabajo se eliminó totalmente la caries y -  
no hay duda de que el área blanca, vista radiográficamente, es  
un área de esclerosis de la dentina existente y no un área de  
recalcificación de la dentina careada.

Sin embargo se apunta que algunos de los cambios obser  
vados en la dentina eran probablemente debidos a una reacción  
suya al ataque de la caries, a la preparación de la cavidad,  
obtención y mantenimiento de la restauración en el diente.

En 1.961, A. Mjor, Finn y Quingley (86), realizaron  
un estudio sobre el efecto del hidróxido de calcio en la ---  
dentina primaria, en dientes no careados. La evaluación den-  
siométrica de las microradiografías de las secciones de den-  
tina, así como los resultados obtenidos mediante el test de  
microdureza se interpretaron como un aumento de mineraliza--

ción de la dentina cubierta con hidróxido cálcico. Mjör --- (1.960) (88), en estudios histológicos, ha sugerido que el aumento de mineralización pueda ser debido a una deposita-- ción de mineral adicional en las paredes de los túbulos den-- tinales (mineralización intradentinal secundaria).

Law y Lewis (1.961) (75), realizaron un estudio so-- bre el hidróxido de calcio en lesiones careadas profundas,-- donde la exposición pulpar era altamente probable, pero no demostrable radiográficamente. Después de dos años, el 78% de los dientes temporales y permanentes jóvenes tratados, pre-- sentaban evidencias clínicas y radiográficas de estar sanos y presentar remineralización dentinal, teniendo el suelo de la cavidad aspecto sano, donde se podía poner la restaura-- ción deseada. A los seis meses realizaban la excavación com-- pleta de la caries y restauración según los métodos conven-- cionales.

Kerkhove, Herman y McDonald (1.964) (65), hicieron un estudio comparativo entre el óxido de zinc eugenol y el hidróxido de calcio, cuando eran usados como agentes remineralizantes, puestos sobre dentina careada. El criterio de -

selección para el estudio era la evidencia clínica y radiográfica de caries profunda, ausencia de dolor pulpar, respuesta normal a los test pulpares, ninguna evidencia de patología periapical y suficiente corona clínica, para poder aislar, escavar, poner material de base y amalgama en óptimas condiciones. Después de extraer la capa necrótica de la caries, se ponía óxido de zinc eugenol sobre la caries residual, en la mitad del suelo de la cavidad, y en la otra hidróxido de calcio, y seguidamente el diente era restaurado con amalgama. En este estudio no se encontró evidencia radiográfica de esclerosis dentinal, bajo ninguno de los compuestos empleados. Removida la amalgama y el material de protección pulpar al cabo de doce meses, se encontró dentina sana y que la caries había parado.

Eidelman, Finn y Koulourides (1.965) (37) profundizaron más en el estudio de la remineralización de la dentina careada, que aunque había sido defendida por muchos autores, (Blake, 1.960 (13); Ehrenreich, 1.963 (36); Hawes y Di Maggio, 1.964 (149); Kerkhore, 1.964 (65); Solomons, 1.960 (120)

Souder y Schoonover, 1.944 (123)). ninguno había estudiado - este proceso de remineralización químicamente. Como calcio y fósforo eran los principales constituyentes de la fase mineral de la dentina, decidieron estudiar los cambios de estos minerales que se produjesen en la dentina careada, tratada o no tratada con hidróxido de calcio.

Como el ion calcio, iba a ser introducido con el hidróxido de calcio, decidieron estudiar sólomente el Fósforo, para evitar la posibilidad de análisis falsos.

Los resultados demostraron un significativo aumento del contenido en fósforo de la dentina careada tratada con - hidróxido de calcio, siguiendo la técnica de protección pulpar indirecta. Este incremento en fósforo sería un índice de la remineralización, ya que el fósforo es una parte significativa de la fase mineral de la dentina.

No había una explicación sencilla para el aumento - del fósforo en la dentina careada, pero había una evidencia

que defendía el hecho de que el diente estaba sujeto a un metabolismo del fósforo, que era medible, y que este metabolismo del fósforo dentinal, tendría su origen principalmente en la pulpa.

La posibilidad de penetración del fósforo pertenece---ciente a la saliva, a través de los márgenes de la cavidad, - no podía tenerse en cuenta, ya que en los grupos control, no había ocurrido el aumento en fósforo de la dentina careada.

Las propiedades bacteriostáticas y bactericidas del hidróxido de calcio, (Conrado, A. 1.963 (29) así como su alta alcalinidad, podrían jugar un importante papel en la parada - de la caries, como previamente ya observaron Kerkhove (1.964) (65); Bonsack (1.952) (16). Posteriormente a la detención de la caries, sería posible la recuperación de los minerales perdidos en la dentina.

La integridad de los túbulos dentinales puede ser indispensable para el cambio de minerales desde la pulpa al te-



jido dentinal.

Estudios en el microscopio electrónico demostraban que los cristales de hidroxapatita eran del mismo tamaño y forma, tanto en la dentina careada como en la sana. (59). - Puede ser posible para estos cristales desmineralizados, el recobrar parte de su contenido en mineral.

Las radiografías postoperatorias demostraban una - evidencia en el incremento de la radiopacidad de la dentina que cubría la pulpa. Este hecho, ya manifestado por Law y - Lewis (1.961) (75) , Damele (1.961) (32) y otros, sería la evidencia de esclerosis dentinal y sería más favorable su - formación en las cavidades profundas, al ser mayor la permeabilidad dentinal.

I.A. Mjör (1.967) (87) demostró la aparición de - radiopacidad dentinal cuando se ponía hidróxido de calcio - como base cavitaria en obturaciones realizadas en premola--res que iban a ser extraídos por razones ortodóncicas.

D.W. Ehrenreich (1.963) (36) hace un estudio comparativo sobre la acción del hidróxido de calcio y óxido de zinc eugenol sobre la dentina careada de los molares temporales, basándose en las variaciones de la microdureza de la dentina tratada. Sus resultados manifiestan un apreciable aumento de la dureza de la dentina careada tratada con óxido de zinc eugenol, y aunque no recuperaba los valores normales de la dentina,  $68 \pm 3$  Knoop, era considerablemente mas dura que la dentina careada control.

Con hidróxido de calcio, no obtenía aumento en la dureza, Ehrenreich, pensaba que esto era debido a que la dentina careada evitaba la acción estimuladora sobre la pulpa, del hidróxido de calcio, para formar dentina secundaria.

En cambio el óxido de zinc eugenol detendría la progresión de la caries, lo que permitiría al diente vencer el proceso infeccioso. El reendurecimiento de la dentina podría ocurrir por estímulo de la pulpa o la dentina, o ambos, y los minerales tendrían que provenir de debajo del óxido de -

zinc eugenol, ya que este no posee elementos necesarios para la calcificación.

Mjor en 1.968 (89), hace un estudio histológico de la dentina sana bajo la acción del hidróxido cálcico; encontrando una marcada alteración intratubular. En la mayoría de los casos se observaba una obturación de los túbulos por un material cristalino moderadamente electrodenso, algunas veces la obturación era parcial. La dentina peritubular e intratubular, no mostraba diferencia con la dentina normal. Esta estructura puede considerarse similar a la encontrada en la zona esclerótica, en relación con la caries dentinaria. - (Frank, Wolff y Gutmann, 1.964 (43)).

Sin embargo, la alteración intratubular en la dentina esclerótica en relación con la caries (Johansen, 1.962 -- (59); Vahl, Höhling y Frank, 1.964 (130); Herting, 1966 (52) y con la dentina desmineralizada por ácido in vitro (Selving, 1.968 (115)), está aparentemente causada por un depósito de cristales más largos que los vistos en la dentina recu

bierta con hidróxido de calcio.

Shinichi Kato y Takao Fusayama (1.970) (64) estudian el origen y mecanismo del proceso de recalcificación, respecto a la dentina descalcificada artificialmente in vitro.

La descalcificación con ácidos de esta dentina se manifestaba en dos capas. La primera era muy blanda, con muy poco contenido de calcio, que era rápidamente eliminada, -- esta capa podría recibir una pequeña cantidad de mineral del exterior, tanto saliva como  $\text{OH}_2\text{Ca}$ , sin que tuviese importancia si el diente estaba desvitalizado o no. Esta capa se consideraba que estaba muerta.

La segunda capa de descalcificación contiene una -- cantidad de calcio entre la primera capa y la dentina normal y presenta una recalcificación normal solamente en dientes vivos. Esta capa se supone que es vital.

Esto posiblemente ocurriera de igual manera en la caries normal, y si así fuese, sería una indicación clínica remover la primera capa y conservar la segunda.

La recalcificación proveniente del exterior, ocurre cuando la cavidad está expuesta a la saliva o protegida por  $(OH)_2Ca$ . Se observa un aumento de  $C_a$  y no de P en las capas subyacentes, como ha sido observado ya en trabajos realizados con dientes extraídos y tratados con soluciones minerales. (Solomons y Neuman, 1.960 (120); Blake, 1.960 (13); Wei, Kaqueller y Massler, 1.968 (141)).

La recalcificación, como una reacción vital, solo ocurre en la segunda capa y en dientes vitales. No fué afectada por la acción del  $(OH)_2Ca$ . La capa de recalcificación se continuaba con la dentina normal, sin apreciarse una línea de separación entre las mismas. De esta manera, se consideraba como una reacción vital, por la función pulpar. La dentina esclerótica se producía solo en dientes vivos.

## RESUMEN

Desde los primeros trabajos de Sowden (1.965) (124), se empezó a considerar el poder del Hidróxido de Calcio como remineralizante de la dentina, al aparecer zonas blancas como el esmalte en las radiografías, aumentando de ese modo la resistencia del diente a la caries.

Posteriormente estudios histológicos (65) Químicos (37) y radiográficos (124, 75, 49, 65, 32, 141) demostraron la presencia de remineralización en la dentina careada cuando era utilizado el hidróxido de calcio como base cavitaria.

Investigaciones realizadas sobre dentina descalcificada in vitro confirmaron radiográficamente (13, 64) químicamente (64) histológicamente (13, 64, 120) y mediante test de microdureza (123) este mismo poder remineralizante dental del hidróxido calcico.

Sobre la dentina sana también se demostró la evidencia de la remineralización dentinaria mediante pruebas radiográficas (87, 67, 86) histológicas (67, 88, 89) y de microdureza (86).

Se demostró que los minerales que endurecían la dentina descalcificada provenían de la pulpa (37, 64), y la mayoría de los trabajos parecen demostrar que la acción del - hidróxido de Calcio es debida a su poder bacteriostático y - bactericida, así como a su alta alcalinidad (29, 65, 16). Detenida la caries posteriormente sería posible la recupera---ción de los minerales perdidos por la dentina.

II.- 3. Fluoruro de Plata Amoniacal



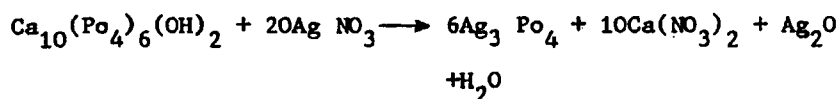
#### FLUORURO DE PLATA AMONICAL

En 1.917 Howe (57), demostró el éxito de su método llamado "Impregnación con plata" el cual con soluciones concentradas de nitrato de plata: ( $\text{Ag NO}_3$ ), lograba una resistencia contra la caries dental.

La principal acción de este método se consigue por la  $\text{Ag}^+$ . Este ion de metal pesado se une con la proteína causando su coagulación, como proteína argéntica (147). Los efectos inhibitorios de la  $\text{Ag}^+$  sobre una variedad de enzimas se atribuye principalmente a la acción proteína-coagulación. Además  $\text{Ag}^+$  tiene una acción bactericida muy potente, que es atribuible por su acción oligodinámica contra los microorganismos. Esto es la base de la potente acción antiséptica del ion argéntico, y se piensa que incluso su efecto antiséptico sobre los tejidos es mayor que el del ion mercurio (Yamaga, Nishino, Yoshida, Yokomizo, 1.972 (147)). El -

mercurio tras unirse a un compuesto orgánico pierde su actividad, mientras que el ion plata mantiene su actividad incluso tras haberse unido a un compuesto orgánico. Además es --- aceptado que el ion plata tiene una acción antiséptica y astringente, siendo usado para el tratamiento de la estomatitis, gingivitis y periodontitis.

Estudios cristalográficos en los Rayos X, de la reacción entre el diente y el nitrato de plata, demostraron que ocurría lo siguiente:



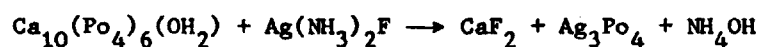
El Fósforo de plata ( $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ ) formado es un cristal amarillo, difícilmente soluble, y toma un color negruzco por la luz del sol o agentes reductores, y de esta manera se precipita el fosfato de plata en la superficie del diente.

El nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) formado en esta --- reacción es muy soluble en agua, siendo fácilmente eliminado

tras disolverse el calcio. Esto es muy importante ya que --  
lleva a una descalcificación.

Para evitar este problema el Dr. Reñchi Yamaga ---  
(1.969) (148) desarrolló el "Fluoruro de plata amoniacal" -  
que incorpora la acción protectora del ion Fluoruro y no --  
contiene el ion caústico del nitrato.

Al reaccionar con la hidroxiapatita forma fosfato  
del plata y fluoruro cálcico según la siguiente reacción:



El esmalte o dentina de dientes humanos a los que  
se le aplique una solución de fluoruro de plata amoniacal -  
durante 5 minutos, sufrirán menos descalcificación por áci-  
do o agente quelante, que el esmalte o dentina al que no se  
le haya aplicado la solución (Nishino M., 1.969) (101).

Aplicando la solución a cavidades de molares inferiores, susceptibles a caries de la rata albina, se observó que la incidencia de caries había disminuido, y se inhibía el progreso de las mismas, comparado con el control (Nishino M., 1.969) (101).

El fluoruro de plata amoniacal penetra aproximadamente  $20\ \mu$  en el esmalte humano sano, y la profundidad de penetración del fluor  $F^-$  en la dentina es de  $50 - 100\ \mu$ , pero la penetración del  $Ag^+$  es mucho más profunda, próxima a la cámara pulpar. (Shimooka, S., 1.972) (117).

Nishino, M. y Massler, M. (1.972) (103) hicieron un estudio comparativo en ratas entre el  $F_2Sn$  y el  $Ag(NH_3)_2F$ , según su acción como inmunizantes de las caries de hoyos y fisuras. El resultado indicaba que mientras el fluoruro de plata amoniacal tenía la acción de prevención y parar la evolución de la caries, el  $F_2Sn$  prevenía pero no paraba la caries, y el nitrato de plata ni prevenía ni paraba la caries.

Nishino, M. Yoshida.... (1.969) (102) y Moritani et al (1.970) (90), hicieron estudios sobre dientes de niños tras la aplicación de fluoruro de plata amoniacal, --- viendo que se paraba el progreso de las caries, y que eran muy raros los casos en que podía haber molestias al calor, frío o fricción.

Yoshida, S. (1.969) (149) y Yoshida S. y Yamaga, R. (1.970) (150), obtenían idénticos resultados, pero realizaban antes un corte en rebanada para evitar que se depositasen restos alimenticios (cuando el niño fuere más cooperativo ya le podían hacer la reconstrucción de la muela). Shimizu (1.974) (116) demostró sus efectos para evitar la caries recurrente.

Murase et al (1.969) (97), Kimura et al (1.971) -- (66), Murase et al (1.970) (98), demostraron asimismo la -- acción de este producto sobre la hipersensitividad dental.

Sato et al (1.970) (113) demostraron la acción del fluoruro de plata amoniacal para la prevención de la aparición de caries en hoyos y fisuras del primer molar permanente.

Mizuho Nishino y Massler M. (1.972) (103) demostraron asimismo su poder de inmunización a la caries en hoyos y fisuras.

## R E S U M E N

Desarrollado por Reichi Yamaga (1.969) (148), basándose en el descubrimiento de Howe (1.970) (57). La gran ventaja de la solución de Yamaga, es que se beneficia de la acción de la  $Ag^+$ , mediante sus efectos inhibitorios sobre una variedad de encimas, por su acción proteino-coagulante. Además la  $Ag^+$  tiene una acción bactericida muy potente, --- atribuible a su acción oligodinámica contra los microorganismos. Esta es la base de su potente acción antiséptica sobre los tejidos (147).

Pero no tiene el ion  $NO_3^-$ , que con el Calcio dentario formaría  $(NO_3)_2 Ca$ , que es muy soluble en agua, siendo eliminado, favoreciendo la descalcificación.

Para evitar este problema, el fluoruro de plata -- amoniacal incorpora la acción protectora del ión Fluoruro.

El esmalte o dentina de dientes humanos a los que -  
se le aplique una solución de Fluoruro de plata amoniacal du  
rante 5 minutos, sufriran menos descalcificación por ácido o  
agente quelante (103, 101, 102, 97, 98, 113, 117, 66, 116, -  
149, 150) así como ocurre en cavidades de molares de ratas -  
(101, 103).



II.- 4. Dureza del Esmalte y la Dentina

#### DUREZA DEL ESMALTE Y DENTINA

La dureza como propiedad mecánica de un material - en sentido técnico puede expresar resistencia que el material ofrece a:

- (1).- Desgaste (Abrasión)
- (2).- Rayado
- (3).- Indentación
- (4).- Impacto elástico
- (5).- Corte
- (6).- Deformación permanente

Los diferentes tipos de instrumentos de medida de dureza usan una cualidad o combinación de ellas como principio básico.

Las medidas de dureza de tejidos dentales han sido determinadas por una gran variedad de técnicas

- 1.- Desgaste
- 2.- Rayado
- 3.- Indentación

Los instrumentos, aunque incorporan diferentes -- principios y un variado grado de refinamiento, han mostrado una cualitativa consonancia en relación a la dureza del esmalte y dentina.

Recogemos aquí una revisión bibliográfica de los principales resultados investigados.

Burg (1.921) (26)

Resistencia al Rayado, observó que en la dentina la dirección del rayado no era significativa, pero en el esmalte el rayado paralelo a prismas de esmalte dió valores menores de dureza que el rayado transversal.

La máxima dureza se obtuvo en la parte externa de

dientes no abrasionados.

Proell y Schubert, (1.928) (107)

Con el método de rayado no encontraron diferencia de dureza en las distintas direcciones del esmalte. Encontraron que la "dentina transparente" era más dura que la normal.

Richter, (1.931) (110)

Método de resistencia al rayado. Describió las zonas transparentes de la dentina (bajo áreas de abrasión o caries) tan duras como la dentina normal. La zona de mayor dureza de la dentina se encontró en la corona directamente bajo el esmalte (área periférica transparente). El esmalte de dientes temporales era más blando que el de los permanentes, y los dientes piorreicos más duros que los normales.

Hodge y McKay, (1.933) (55)

Utilizaron un nuevo aparato "Microcarácter" de --- Bierbaum (11) que permitía obtener datos más cuantitativos y de mayor precisión. Las medidas se realizaron en dientes secados y en la escala Bierbaum.

Establecieron que el esmalte de la superficie externa era más duro que el profundo. La dureza disminuía del eje externo a la unión esmalte-dentinaria. La dentina cerca de la raíz era más blanda que cerca de la corona de un diente.

Hodge, (1.937) (54)

Realizó un estudio de la dureza de dentina transparente (secundaria). Encontró que ésta es generalmente más blanda (un promedio del 20% menos) que la dentina normal. -- Ello podría explicarse en base a estudios roentgenográficos por una menor calcificación pero no se tenía evidencia quí-

mica ni histológica de este hecho.

La dentina transparente periférica próxima a la --  
unión esmalte-dentinaria presentó estadísticamente dureza --  
de la misma magnitud que la dentina coronaria circundante.

Wright y Fenske, (1938) (146)

Con el método de (Abrasión) Desgaste que daba re--  
sultados macroscópicos observaron que no había relación en-  
tre dureza y posición anatómica. La dentina en dientes de --  
mujeres era significativamente más dura que en hombres, y --  
que, en ambos casos, se aproximaba al máximo a la edad de  
31-40 años.

Totah, (1.941) (129)

Con el "microcarácter" de Bierbaum (11) observó --  
que la microdureza de acuerdo con la escala Bierbaum aumen-

tó con el secado en un 42%. No se observó cambio de dureza - entre superficies pulidas y no pulidas.

La fabricación del indentador Knoop (1.939) (68), - favoreció grandemente los estudios sobre dureza de los dientes y la mejora en precisión de los aparatos de medida, Richardson (1.945) (109).

Gustafson y Kling, (1.948) (47)

Realizaron medidas de microdureza del esmalte y su relación con la estructura histológica. Mostraron la existencia de áreas con grandes desviaciones del promedio. Su explicación para las variadas conclusiones presentadas sobre el - incremento de dureza en el esmalte del interior al exterior, se basa en la muestra de que diferentes incrementos de dureza pueden observarse variando la dirección de una serie de - indentaciones en una sección del diente. No observaron diferencia en dureza de la unión esmalte-dentinaria a la superficie externa.

Craig y Peyton, (1.957) (31)

Debido probablemente a los anteriores instrumentos de medida, la mayoría de los datos de dureza publicados pre sentaban conclusiones poco claras.

El promedio de dureza obtenido fué de  $343 \pm 23$  K.H. N. y  $68 \pm 5$  K.H.N. para esmalte y dentina respectivamente.

La máxima variación en la dureza del esmalte se observó en la sección transversal, justo debajo de la superficie oclusal del esmalte. En la dentina la máxima variación tuvo lugar cerca de la unión esmalte-dentinaria donde se obtuvieron los valores más bajos de dureza. Aunque este hecho está acorde con datos de menor calcificación (roentgenográficamente) presencia de espacios interglobulares de supuesta pobre calcificación (histológicamente) y que la razón orgánica a inorgánica aumenta en esa zona lo que presumible--mente disminuye la dureza. También se apuntó que el pulido de superficies de distinta dureza da lugar a superficies --curvadas e indentaciones asimétricas con un margen mayor de error.



No se detectó tendencia definida entre la dureza de la unión esmalte-dentinaria al eje externo del esmalte, o de la corona al margen cervical y la estructura histológica.

Tampoco en la dentina se observó esa tendencia de una a otra sección del diente.

Gaig y Peyton, (1.959) (30)

Investigaron la relación entre dureza y estructura.

La dentina cerca de la unión esmalte-dentinaria -- era más blanda que las áreas adyacentes como se había constado anteriormente (54, 31) (alrededor de 15 K.H.N. más blanda).

La dentina de raíz cerca de la cámara pulpar mostraba valores menores de dureza que la adyacente como era de esperar pues la dentina en el canal de la raíz es más porosa y está menos calcificada (predentina) (Buchbinder, 1.953 (23)) unos 30 K.H.N. más blanda.

Sin embargo estas diferencias no se observaban --  
si las distancias a la cámara pulpar o a la unión esmal---  
te-dentinaria era mayores de 0.5 mm.

La dentina careada indicó un marcado descenso de  
dureza en la región careada y un aumento en la zona perifé-  
rica alrededor de esta región (más 10 K.H.N.) probablemen-  
te debido a mecanismo reparador que da lugar a una mayor -  
calcificación de la dentina en el área que rodea a la caries.

Las secciones con dentina transparente mostraron -  
aumento de dureza (más 10 K.H.N.), lo que no era sorpren--  
dente debido a una mejor calcificación en esta zona.

Fusayama, Okuse y Hosada, (1.965) (44)

Realizaron un estudio de la relación entre dureza,  
decoloración e invasión microbiana en Dentina Careada. Se -  
concluyo:

- 1.- La máxima dureza de la dentina sana se obtuvo a 450  $\mu$  de la unión esmalte-dentinaria (unos 70 K.H.N.) y la más baja en la capa más profunda, menor incluso que dentina infectada (unos 20 K.H.N.).
- 2.- La dureza de la dentina no varía bajo caries de esmalte, lo que es una indicación de que no se forma dentina reparadora en estos casos.
- 3.- La dentina secundaria se encontró con mayor frecuencia en caries detenidas que en agudas, formándose una base de dentina esclerótica (muy dura) antes del reblandecimiento.
- 4.- El primer efecto de la caries fué el reblandecimiento, luego la decoloración y por último la invasión microbiana.

5.- La dureza en el frente reblandecido fué menor en casos agudos.

6.- La dureza en el frente de invasión microbiana fué menor en casos agudos.

#### MICRODUREZA Y REMINERALIZACION

"Las medidas de aumento de dureza han sido presentadas como una de las principales pruebas de evidencia de remineralización".

Ya en 1.912 Head (50), postuló que sería posible reendurecer esmalte parcialmente reblandecido, si la descalcificación no había progresado mucho, con saliva, atribuyendo la dureza del esmalte a su grado de mineralización. Sugirió que la dentina reblandecida podía reendurecerse de manera

similar pero no presentó datos que soportaran su hipótesis.

Otros investigadores Bunting y Rickert (1.915) -- (25) Ruthrauff (1.923) (111), Andersen (1.926) (3) realizaron excelentes esfuerzos pioneros en este campo. Sin embargo sus resultados no fueron concluyentes ya que no se estableció que el esmalte reblandecido no fuera eliminado y -- que el aumento de dureza observado no era debido a la exposición de una capa más profunda de esmalte normal.

En la década de los sesenta un gran número de investigadores se dedicaron al estudio del reendurecimiento, de superficies reblandecidas artificialmente, por la acción de la saliva. (Lenz, 1.963 (77); 1.963 b(78); Mühlemann, - 1.964 (92); Pickel, 1.965 (105)) y de soluciones calcificantes (Koulourides, 1.960 (71); 1.961 (72); 1.965 (74); - Pigman, 1.965 (106); Newbrun, 1.960 (100); Brudevold, 1.961 (19); 1.965 (22).

Estos estudios fueron una evidencia de reminerali

zación y sus resultados pueden resumirse en:

- 1.- La dureza de esmalte parcialmente desmineralizada puede restaurarse si la desmineralización no ha alcanzado cierto límite.
- 2.- La capacidad de reendurecimiento de la saliva es menor que la de soluciones calcificantes -- con iones fosfato y fluor.
- 3.- El reendurecimiento final alcanzado era notoriamente mejorado por la presencia de trazas de - fluoruro en la solución calcificante.
- 4.- Las superficies reendurecidas demostraron propiedades de solubilidad al ácido similares al esmalte sano.
- 5.- La solución empleada (Cálcio, Fósforo, Fluoru-

ro) también reendurecía esmalte intacto y polvo de esmalte.

6.- Las propiedades reendurecedoras de la saliva variaban con los individuos pero eran consistentes en un mismo sujeto.

En la dentina en trabajos anteriores de Souder y Schoonover, 1.943 (122); 1.944 (123), se observó remineralización de la dentina al sumergirla, después de un proceso de grabado al ácido, en pasta fluorada (Hoyt, Bibby, 1.943) (58) y posteriormente en solución de sales de calcio. Se midió la dureza antes (valor medio de 50 K.H.N.) y después -- del grabado al ácido (en 24 horas 45 K.H.N. y en cuatro meses 20 K.H.N.). No se midió la dureza de estas superficies posteriormente al tratamiento, pero se observó un cambio en la estructura, con el relleno de los agujeros producidos -- por el ácido de un precipitado de fluoruro cálcico (El ---- fluor absorbido por el diente en la primera fase).

Además de los test de Dureza, las técnicas histológicas han previsto evidencia adicional del proceso de remineralización. Indicando que la zona remineralizada presenta:

- 1).- Una superficie hipercalcificada en esmalte careado.
- 2).- Mayor contenido mineral en esmalte y dentina - careados.
- 3).- Lenz y Muhlemann (77,78) explicaron que el ---reendurecimiento era debido al relleno mecánico de los espacios intercristalinos por un precipitado amorfo e inorgánico.
- 4).- Johnasson, 1.965 (62) observó un nuevo mineral depositado en el esmalte desmineralizado y tratado con saliva y sola. calcificantes. No se restauraron los niveles de contenido mineral ini-



ciales.

La remineralización se limitó principal--  
mente a la superficie.

Un trabajo sobre remineralización en vivo por reen--  
durecimiento de dentina sana tratada con hidróxido de cálc--  
cio como base cavitaria y bajo amalgama se realizó por Mjor  
(1.961) (86) paralelamente a las investigaciones sobre el -  
esmalte.

Observó un aumento estadísticamente significativo  
en dentina tratada con H.C, y no afectada. Bajo amalgama se  
sugiere un descenso de la dureza comparada con dientes de -  
control.

El área de reendurecimiento estuvo bien delimita--  
da, con repentino aumento entre la base y la pulpa. No in--  
fluyeron las profundidades de la cavidad. Estas medidas fue--  
ron soportadas por evaluación densiométrica e histológica -  
(Mjor, 1.960 b) (88) sugiriéndose que el aumento de minera-

lización es debido a depositación adicional de mineral en --  
las paredes de los túbulos dentinales.

Ehrenreich (1.968) (36), investigó la dureza de la dentina careada bajo la acción del Oxido de Zinc Eugenol e - Hidróxido de Calcio como base en vivo. Se manifestó un apreciable aumento en la dureza de dentina careada con O.Z.E. - (unos 57 K.H.N.). Aunque no se recuperaron los valores normales de dentina (promedio de  $68 \pm 3$  K.H.N.) era considerablemente más dura que la dentina careada control.

El H. C. no presentó aumento de dureza, se sugirió que ello era debido a que la dentina careada impedía la acción estimuladora del H.C. sobre la pulpa para la formación de dentina secundaria.

El reendurecimiento con O.Z.E. se explicó como --- reacción estimuladora de la pulpa o dentina o ambas al haberse vencido el proceso infeccioso por detenimiento de la progresión de la caries. Se apuntó que los minerales incor-

porados en esta remineralización tendrían que provenir de --  
debajo del O.Z.E. por no poseer éste los elementos necesa--  
rios para calcificación.

Wei y Koulourides (1.971) (143) investigaron el --  
reendurecimiento de esmalte desmineralizado al ácido y la  
relación Ca y P en esmalte sano desmineralizado y remineral  
lizado.

La microdureza media de esmalte sano fué de 271 --  
K.H.N., el reblandecimiento al ácido dió un valor promedio  
de 176 K.H.N.. La remineralización se llevó a cabo con sol.  
calcificante con fósforo y cloruro sódico.

En la remineralización no se pudo ganar más que --  
una parte de la dureza perdida (70 K.H.N.).

Las concentraciones en esmalte sano de Ca y P fue--  
ron de 37% y 17,5% con  $Ca/P = 2,11$  en la desmineralización  
descendieron a 32,3% para el Ca y 15,5% para el P, mientras

que la remineralización dió lugar a concentraciones muy próximas al esmalte sano Ca: 36,3% y P:17,43% con Ca/P = 2,05%.

Parecía que el esmalte remineralizado tuviera otras propiedades de naturaleza que lo hacen resistente al ácido - como el esmalte sano.

Las lesiones careadas de esmalte detenidas en boca por la acción remineralizante de la saliva se presentaron - más blandas que el esmalte sano vecino.

Podemos concluir a la vista de estas investigaciones que las medidas de dureza son una buena guía de información sobre remineralización (por reendurecimiento) y que estas medidas están relacionadas con la estructura histológica así como con los diferentes procesos de remineralización que tienen lugar con diferentes soluciones tanto en vivo como en vitro.

- 82 -

### III MATERIALES Y METODOS

## M A T E R I A L E S

Se realizó este estudio sobre un total de 40 casos. Los dientes investigados eran todos ellos primeros premolares en perfecto estado y libres de caries.

Se tuvo gran cuidado en el examen preoperativo de las superficies para excluir cualquiera que mostrara evidencia de ataque de caries.

Los pacientes se seleccionaron al azar entre aquellos que, con la anterior condición, precisaban de extracciones por razones ortodóncicas en el Servicio de Estomatología Infantil de la Cátedra de Profilaxis E. y Ortodoncia de la - Escuela de Estomatología (Universidad Complutense de Madrid).

Las edades de los pacientes oscilaban entre los 9 y los 15 años, con una edad promedio de 11,5 años.

No se registró el sexo de los pacientes para este estudio.

Se utilizó Turbina de alta velocidad con abundante chorro de agua y la fresa 330 de Carburo de Tungsteno para la preparación de las cavidades en los dientes experimentales.

Algunas de las características de las Soluciones empleadas se recogen en la siguiente Tabla:

	Solución	Concentración (%)gm./100ml.	Molaridad nM/1.	PH
I	$(OH)_2Ca$	5	67,5	11,7
II	$SnF_2$	10	63,8	2,3
III	$Ag(NH_3)_2F$	38	23,6	--

I.- Hidróxido de Calcio puro en Farmacia

II.- Fluoruro Estanoso, The L.D. CAULK COMPANY Milford, Delaware 19963 E.E.U.U.

III.- Fluoruro de Plata Amoniacal, Saforide - U1045A JAPON

Como obturador se utilizó material compuesto Restodent Radiolúcido. Restodent - Lee Pharmaceuticals 9090 - --  
103.

Las pruebas radiográficas se realizaron con una máquina de Rayos X Castellini (220 voltios, 50/60 ciclos). --  
Los datos radiográficos fueron:

45 Kvp y 11mA, distancia a la placa 2 cm. y exposición 1 seg.

Las placas radiográficas utilizadas fueron Kodak,  
Industrial Type H. Lead Park, Eastman Kodak Co.

Las medidas de microdureza se realizaron con un microdurímetro LEITZ (Fig. 4a) del C.S.I.C. a temperatura amiente de 22º C.



Como indéntadores se utilizarón.

Vickers: Pirámide de diamante de base cuadrada con un ángulo comprendido en la cumbre de ---  
140°. Las indentaciones tienen diagonales iguales y la penetración es siete veces -  
menor que la diagonal.

Knoop: Pirámide de diamante de base rómbica con án  
gulos incluidos 130° y 172° 30'. Las inden-  
taciones a las que da lugar tienen una dia-  
gonal aproximadamente siete veces la otra y  
la profundidad es treinta veces menor que -  
la diagonal mayor. (Figura 3).

La microdureza (M.H.: micro-hardness) se define co  
mo la fuerza aplicada, P, a la superficie de indentación.

$$MH = K.P/L^2 \quad (Kg/mm^2)$$

Donde  $K$  es una constante que depende sólamente de los ángulos en el v rtice de la pirámide cuyo valor es ---- 1854.4 para Vickers y 14230 para el caso Knoop.

$P$ , es el peso aplicado elegido del juego de pesas del aparato de 15, 25, 50, 75, 100, 150, 200 y 250 grs. ---- (Fig. 4.b.).

$L$  es la longitud de la diagonal de la indentación medida en  $\mu m$  (la diagonal mayor para Knoop).

El microscopio lleva incorporada una escala graduada para la medida de las diagonales, pudiéndose conseguir -- una precisión de  $\pm 0.5 \mu$  utilizando un objetivo de 40 x 100.

La distancia entre la punta de diamante y la muestra es de  $40 \mu m$  y el tiempo que tarda la pirámide en alcanzar la muestra es de 20 segundos.

## M E T O D O S

Se describen a continuación las técnicas de este estudio para observar la presencia de remineralización.

En los dientes experimentales se prepararon cavidades tipo I, que penetraban en la dentina a profundidades variables.

Se secaron posteriormente con algodón y aire templado, teniendo cuidado de no secar en exceso la preparación.

De los cuatro premolares de cada paciente, uno al azar se tomó como control restaurándolo solamente con material compuesto Restodent (Fig. 1.).

En cada uno de los otros tres premolares se utilizaron como base cavitaria las respectivas soluciones a in--

vestigar: (Fig.2.)

Hidróxido de Calcio

Fluoruro Estanoso

Fluoruro de Plata Amonical

En las Tablas 1 y 2 se indica el tratamiento que recibieron cada uno de los casos.

La aplicación de las distintas soluciones se realizó siguiendo las instrucciones:

#### Aplicación del Hidróxido de Calcio

Se pone una capa de hidróxido de calcio puro en la base de la cavidad. Se seca con una turunda de algodón y posteriormente se coloca el material de obturación.

#### Aplicación del Fluoruro Estanoso

Se embebe una turunda de algodón y se aplica en la base de la cavidad durante cuatro minutos, al cabo de este tiempo se extrae el algodón y se seca con aire templado y algodón.

#### Aplicación de Fluoruro de Plata Amoniacal

Se aplica con una turunda de algodón en la base de la cavidad durante cuatro minutos, al cabo de los cuales se remueve la turunda y se lava con agua. Posteriormente se seca con algodón y aire templado.

Posteriormente se obturaron con material compuesto (Restodent) radiolúcido.

#### TEST RADIOGRAFICO

La presencia de remineralización fué determinada

por medios radiográficos. La técnica radiográfica revela -- una característica particular de la dentina tratada químicamente.

Con los datos indicados previamente, los dientes fueron radiografiados antes del tratamiento. Se fueron ex-- trayendo en diferentes períodos de tiempo como indican las tablas 1 y 2, e inmediatamente radiografiados.

Las placas expuestas fueron cuidadosamente reveladas usando una técnica standard de tiempo y temperatura de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La técnica radiográfica fué un método rápido para establecer la capacidad remineralizante dentinaria de las diferentes soluciones según se indica por el aumento en radio- densidad.

#### TEST DE MICRODUREZA

##### Preparación de la muestra

Los dientes extraídos se guardaron en solución al 5% de formaldehído hasta que se procedía a su corte.

Para hacer el posterior corte más sencillo, el esmalte fué parcialmente removido con una piedra de diamante bajo abundante chorro de agua. Asimismo para facilitar el manejo durante el corte se embebía el diente en escayola dura (Fig. 5).

Para el seccionamiento se utilizó un disco de carbundum de 0,33 mm. de espesor, manteniendo la muestra --- irrigada continuamente con chorro de agua fría.

Cada diente fué biseccionado longitudinalmente a

través del centro de la restauración. De una de estas partes se obtuvieron secciones longitudinales de 2 a 3 mm. de espesor. De la otra parte se hicieron cortes a diferentes niveles entre la pared pulpar de la restauración y la pulpa.

Mientras no se examinaban, las secciones se mantenían húmedas en solución al 5% de formolaldehído para evitar la desecación de la dentina, lo que provocaría un aumento de la dureza de hasta un 42% dando lugar a resultados erróneos en la investigación (129).

No fué necesario pulir excesivamente las superficies pues el pulido no influye en las medidas de microdureza (129).

Se tuvo en cuenta que las superficies a indentar fueran paralelas a la mesa de microcurímetro.

Las medidas se realizaron al levantar el peso de



la indentación de esta manera se evita el error de una posible recuperación elástica.

Se realizó un estudio para encontrar el peso adecuado para las indentaciones y se encontró que un peso de 50 gramos presentaba condiciones óptimas, dando lugar a indentaciones bien definidas con un mínimo de fracturas alrededor de los ejes.

El criterio principal para aceptar una indentación fué la claridad del trazado y la ausencia de grietas en el diente en el área de medida.

Las indentaciones se hacen aproximadamente cada 50  $\mu$  m. y dependiendo de las secciones, el promedio de indentaciones para obtener una media representativa fué de 60 a 100.

Las etapas de esta investigación fueron:

12.- Estudio de la microanisotropía de la dureza -  
Vickers de muestras de dentina sin tratar.

Se realizan medidas en dirección perpendi---  
cular y paralela a las regiones fibrilares.

Se estudian cortes dentinarios de coronas, -  
perpendiculares y paralelos al plano oclu---  
sal.

La dureza por microindentaciones es una pro-  
piedad mecánica potencialmente útil capaz de  
producir información válida sobre anisotro--  
pía. La anisotropía de microdureza, similar  
a otras propiedades mecánicas, parece ser prin-  
cipalmente una consecuencia de la orientación  
de las regiones cristalinas y no cristalinas

(6) (Baltá). Los materiales anisotrópicos --  
tienen diferentes valores de dureza depen---  
diendo de la dirección del test. Al menos se  
presentan dos valores de microdureza parale-  
lo y perpendicular.

22.- Estudio de Microdureza en función del tiempo  
de carga.

Se toman tiempos de 15 segundos, 1, 5, 10,  
y 20 minutos. Finalmente se selecciona un tiempo  
de medida standard para el estudio poste--  
rior.

32.- Medida de la Microdureza con dentina tratada  
con:

- a)  $(\text{OH})_2 \text{Ca}$
- b)  $\text{Ag} (\text{NH}_3)_2 \text{F}$
- c)  $\text{SnF}_2$

y comparación con una muestra de control. -  
Estudio topográfico de la microdureza de la  
dentina en las cercanías de la región remi-  
neralizada.

49.- Estudio de la Microdureza de las muestras -  
de control al sumergirlas durante 15 minu--  
tos, 12 horas y 24 horas en

- a)  $(OH)_2 Ca$
- b)  $Ag (NH_3)_2 F$
- c)  $SnF_2$

y comparación con los resultados obtenidos -  
anteriormente.

#### IV RESULTADOS

#### VALORACION DE LOS DATOS

Las medidas de microdureza efectuadas sobre muestras de dentina se han resumido cuantitativamente para una mejor comparación de los resultados con dos índices, uno de tendencia central Media Aritmética  $\bar{X}$ , y otro que indica la dispersión de las medidas en relación a la media Desviación Típica (Standard)  $\sigma$

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n x_i / n \quad \sigma = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 / n}$$

Debe señalarse que debido al gran número de determinaciones de dureza no se han tenido en cuenta las medidas individuales con desviaciones mayores del 15% de la media. Estos valores fueron descartados por considerarse fuera del margen de la región de error experimental.

A pesar de lo cual en algunos casos la dispersión ha sido grande.

Para valorar si las diferencias entre dos medias obtenidas de dos muestras relacionadas con respecto a las diferentes variables investigadas son estadísticamente significativas, se ha recurrido a la Prueba "t" de Student considerada como la técnica más usual para el diseño de este estudio.

Esta prueba consiste en considerar dos Hipótesis, - la Hipótesis Nula que afirma que el tratamiento experimental no ha producido efecto alguno y la Hipótesis Alternativa que mantiene que las diferencias son significativas a causa del tratamiento experimental.

En la Tabla "t" (Tabla 8) se obtienen los valores - atendiendo a:

Nivel de Significación. -  $p$  = es la probabilidad considerada convencionalmente de que un resultado sea improbable. Para este estudio se ha seleccionado el valor  $p = 0,01$  que representa de 100 casos un error

en 1 al rechazar la hipótesis nula con esta prueba.

Grados de Libertad.- g.l. = Es el número de observaciones menos una.

El valor de "t" encontrado en la tabla con estos dos datos es el mínimo para poder rechazar la hipótesis nula.

Cálculo de "t" para dos medias de muestras:

$\bar{X}$  valor medio de una muestra

$\bar{Y}$  valor medio de la muestra a comparar.

$$\bar{D} = \bar{X} - \bar{Y}$$

$D_i = X_i - Y_i$  diferencia entre pares de medidas.

$$d_i = D_i - \bar{D}$$



$$t = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n-1)}}$$

n = número de medidas

Los valores de "t" calculados, habrán de superar al valor de la tabla para poder establecer que las diferencias entre dos medias son significativas.

#### 1.- Estudio de la Anisotropía de la Dentina

En la tabla 4 se recogen los valores de Microdureza en unidades Vickers realizados en muestras de dentina, - según se realicen las indentaciones en sentido de las fibras o perpendicularmente a ellas.

Para una mejor observación de estos datos, se han representado gráficamente (Gráf. 1) y calculado los valores promedios :  $180 \pm 40$  en la dirección perpendicular y  $184 \pm 35$  en la de fibras.

Así mismo se estudió el posible efecto de Anisotropía en dureza Knoop (Tabla 3) obteniéndose los siguientes vares medios

Dirección perpendicular :  $45,8 \pm 6$  K.H.N.

Dirección paralela :  $48,1 \pm 3.6$  K.H.N.

En el caso de muestras cortadas paralelamente al -- plano oclusal se obtuvo un promedio de :  $45,8 \pm 4,3$

El orden de las diferencias encontradas es en ambos casos inferior al promedio de las desviaciones típicas y por ello no puede establecerse que la dentina presente efecto de anisotropía en relación con la dureza.

## 2.- Microdureza en función del tiempo

El estudio de variación del tiempo de indentación - en las medidas de dureza se refleja en la tabla 5, el cálculo de los valores medios para los diferentes tiempos fué:

15 seg.....	$195 \pm 27$	Vickers
1 mn.....	$182 \pm 29$	"
5 mn.....	$189 \pm 38$	"
10 mn.....	$179 \pm 13$	"
20 mn.....	$191 \pm 16$	"

Comparamos las diferencias con el tiempo de 15 seg. que es el utilizado a partir de estas conclusiones en la investigación.

El valor de "t" en la Tabla para  $p = 0,01$  y 6g.l. - es 3,71.

Los valores de "t" calculados al comparar las medias fueron:

Tiempo	"t"
1 mn.	0,77
5 mn.	0,18
10 mn.	1,36
20 mn.	0,09

A la vista de estos resultados podemos establecer - que las diferencias según el tiempo de indentación no son estadísticamente significativas, y elegimos el tiempo más adecuado como el de 15 seg.

3.- Variación de la microdureza en función de la substancia remineralizante empleada.

Las figuras 1 y 2 ilustran esquemáticamente las zonas donde se midió la dureza. En las Gráficas 3, 4, 5, 6 y 7 puede apreciarse que el aumento de dureza dentinario se produce en una zona bien determinada, la subyacente a las distintas bases cavitarias empleadas. Las zonas lejanas se consideran como no afectadas por el tratamiento. Puede observarse que los valores de microdureza en las zonas no afectadas son acordes con las medidas del diente correspondiente de control. Es por ello que no se han tabulado estas medidas y solo se ha considerado como referencia de dureza de diente no tratado el de control en cada caso.

Las tablas 1 y 2 muestran los valores promedios obtenidos en el tratamiento de todos los casos.

Calculamos los valores medios de todos los casos y hacemos la evaluación estadística de las diferencias.

Control:  $\bar{X} = 47,6 \pm 2,2$  K.H.N.  
 Hidróxido de calcio:  $\bar{X} = 66,7 \pm 3,3$  K.H.N.  
 Fluoruro Estañoso:  $\bar{X} = 64,8 \pm 4,1$  K.H.N.  
 Fluoruro de Plata  
 amoniacal:  $\bar{X} = 65,4 \pm 2,8$  K.H.N.

Tabla de valores de "t"

	$\text{Ca(OH)}^2$	$\text{Sn F}_2$	$\text{Ag(NH}_3)_2\text{F}$
Comparación con control	14,91	6,04	8,22

Valor de "t" en la tabla nivel 0,01 y 9 g.l. =  
 4,60.

Los valores de "t" obtenidos indican que en los --  
 tres casos las diferencias de microdureza de la dentina tra-  
 tada y la de control son significativas estadísticamente in

dicando que debe aceptarse la hipótesis alternativa de --  
que las diferencias se deben al tratamiento.

Si comparamos las diferencias entre los tres grupos de tratamiento, observamos que las diferencias son muy inferiores al promedio de la desviación típica en los tres casos, lo que nos lleva a concluir que no hay una diferencia categórica del efecto de las tres sustancias entre sí.

4.- Variación de la microdureza en función del tiempo de acción de las sustancias remineralizantes empleadas.

El tiempo de acción de las sustancias empleadas en nuestro trabajo fué de 50 días en la mitad de los casos y 95 en la otra mitad. Evaluamos aquí las diferencias obtenidas -  
(tabla 6)

Tabla de valores de "t"

Ca (OH) <sub>2</sub>	Sn F <sub>2</sub>	Ag (NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> F
0,046	0,021	0,044

El valor de "t" nivel 0,01 y 4 g.l. es de 4,60.

Los valores de "t" obtenidos indican que las diferencias no son en absoluto significativas deduciéndose que al aumentar el tiempo de tratamiento más allá de 50 días no ha variado la dureza.

5.- Variación de la microdureza después de embeber muestras en distintos compuestos "in vitro".

Diferentes secciones de los dientes de control se embebieron en las soluciones a investigar en distintos tiempos: 15 mn, 12h. y 24 h.. Los valores medios de las medidas



realizadas se presentan en la tabla 7, incluyendose las anteriores al tratamiento para su comparación.

Los valores obtenidos del tratamiento "in vitro" -- son del mismo orden que los anteriores al tratamiento teniendo en cuenta las desviaciones típicas en cada caso, lo que nos lleva a determinar que dicho tratamiento no tuvo influencia en el aumento de la dureza.

Además las diferencias de un mismo tratamiento en diferentes tiempos ó entre los distintos tratamientos están en concordancia con las diferencias en ningún caso significativas de la dureza de los dientes de control, lo que constata la ineficacia de este tratamiento in vitro.

#### 6.- Pruebas radiográficas.

Mediante las técnicas radiográficas convencionales, empleadas en nuestra tesis, no se encontró ninguna imagen --

que indicara remineralización dentinaria, por aumento de --  
radiopacidad en las zonas subyacentes a las diferentes ba--  
ses cavitarias en comparación con dientes de control. (Fig.  
10, 11, 12 y 13).



#### V.- CONCLUSIONES

A la luz de la investigación realizada podemos concluir que:

19.- En dientes permanentes juvenes, no careados, - en los que tras realizar una obturación convencional su dentina se recubre con hidróxido de calcio, fluoruro estanoso o fluoruro de plata amoniacal, se presenta un pronunciado y estadísticamente significativo incremento de la dureza dentinaria en las zonas subyacentes próximas a la base cavitaria, comparado con aquellos en los que realizándose el mismo tipo de obturación, no se recubre con alguna de estas sustancias remineralizantes.

20.- La acción de los productos sobre la dentina no es apreciable radiográficamente en los tratamientos de 50 y 90 días.

39.- A partir del tiempo mínimo de control de los --  
productos investigados a los 50 días, no se demostró  
relación entre el poder remineralizante --  
con el aumento del tiempo de tratamiento.

49.- La profundidad de las diferentes cavidades no  
mostró una tendencia significativa en los valores  
de micro dureza obtenidos.

59.- El efecto de la preparación de la cavidad así  
como la composición del material obturador, o  
el estímulo mecánico de la obturación, no parecen  
tener influencia en la remineralización --  
dentinaria.

69.- Las sustancias remineralizantes in vitro no --  
produjeron aumento de la dureza de la dentina.

79.- No se observó diferencia de dureza por varia--

ción de la dirección de series de indentaciones en una sección de un diente.

8º.- El hecho de que no se hayan presentado cambios en el tratamiento in vitro de dentina sana está de acuerdo con la idea de las investigaciones de Kato y Fusayama (64), en las que se indica la necesidad de la pulpa viva para estimular la remineralización dentinal.

9º.- A pesar de las conclusiones 1 y 4, hemos de constatar el hecho presente en los casos 13 y 14 en que los efectos del tratamiento fueron mínimos. Para estudiar el efecto de la profundidad de la cavidad en los dientes experimentales, en estos casos 13 y 14 se realizaron cavidades muy superficiales, ello nos hace pensar que puede ser necesaria una mínima proximidad de la colocación de las bases cavitarias a la pulpa para que se produzca el estímulo para la remineralización. Lo que nos hace sugerir una mayor investigación en este tema.

VI BIBLIOGRAFIA

- 1.- AMPRINO, R. y F. CAMANNI, (1.956).  
Historadiographic and autoradiographic researches of -  
hard dental tissues. Acta Anat., 28: 217-258.
- 2.- ANDERSON, B.G. (1.938).  
Clinical study of arresting dental caries. J. D. Res.,  
17: 443-452.
- 3.- ANDRESEN, V. (1.926).  
The physiological and artificial mineralization of the  
Enamel. Oslo. Statens Tandlaegeinstitute, p. 99.
- 4.- APONTE, A.J., J.T. HARTSOOK y M.C. CROWLEY, (1.966).  
Indirect pulp capping verified. J. Dent. Childr. 33: -  
164-166.
- 5.- APPLEBAUM, E., (1.935).  
Tissue changes in Caries. Dent. Cosmos, 77: 931-941.
- 6.- BALTA, F.J. y D.C. BASSET, (1.977).  
Microindentation Hardness of Oriented chain-extended -  
polyethylene. J. of Polymer Science. 58: 157-167.
- 7.- BARBER, D. y M. MASSLER, (1.964).  
Permeability of active and arrested carious lesions to



dyes and radioactive isotopes. J. Dent. Chidr., 31: ---  
26-33.

- 8.- BERGGREN, H. y E. WELANDER, (1.964).

The caries inhibiting effects of Sodium, Ferric and Zirconium fluorides. Acta Odont. Scand. 22: 401-413.

- 9.- BEUST, T.B., (1.931).

Resistance to Caries. J.D. Res., 11: 619.

- 10.- BIBBY, B.F., M. McKELLEGET y B. LABUNSKY, (1.964).

Preliminary reports on the effect of dental caries of -  
the use of sodium fluoride in a prophylactic cleansing  
mixture and in amouth wash. J.D. Res., 25: 207-211.

- 11.- BIERBAUM, D.N., (1.930).

Microcharacter. A.S.S.T. Sept.

- 12.- BIXLER, D. y J.C. MUHLER, (1.966).

Effectiveness of a stannous fluoride containing dentifrice in reducing dental caries in children. J.A.D.A.,  
72: 653-658.

- 13.- BLAKE, G.C. (1.960).

The mineralization of Dentina tubules in vitro. J. ---

Dent. Res., 39: 1.103-1.104.

- 14.- BODECKER, C.F., (1.926).

Fundamentals of dental histology and embriology. New -  
York. McMillan Co: 49.

- 15.- BODECKER, C.F., y E. APPLEBAUM, (1.931).

Metabolism of the dentin; its relation to dental ca---  
ries and to the treatment of sensitive teeth. D. Cos--  
mos. 73: 995.

- 16.- BONSACK, C., (1.952).

Le coiffage naturel ou indirect. Schweiz Mschr. f. ---  
Zahnheilk, 62: 219-242.

- 17.- BRUDEVOLD, F. y P.F. DEPAOLA, (1.966).

Studies on Topically applied acidulated phosphate fluo  
ride. Dent. Clinics of N. America, July: 299-308.

- 18.- BRUDEVOLD, F., (1.962).

Fluorides in prevention of dental caries. Dent. Cli---  
nics of N. America, July: 397-410.

- 19.- BRUDEVOLD, F., B.H. AMDUR y A. MESSER, (1.961).

Factors involved in remineralization of carius lesions.

Archs. Oral Biol., 6: 304.

20.- BRUDEVOLD, F. y L.T. STEADMAN, (1.956).

A study of Tin in enamel J.D. Res., 35: 749-752.

21.- BRUDEVOLD, F., L.T. STEADMAN, D.E. GARDNER, J. ROWLEY  
y M.F. LITTLE, (1.956).

Uptake of Tin and enamel by intact enamel. J.A.D.A., -  
53: 159-164.

22.- BRUDEVOLD, F., P. GRON y H.G. McCANN, (1.965).

Physico-Chemical aspects of the Enamel-Saliva system.  
Adv. Fluorine Res., 3: 63-78.

23.- BUCHBINDER, M., (1.953).

Pososity of Root canal Dentin. J.D. Res., 32: 724.

24.- BULLEN, D.C.T., C.F. McCOMBIE, y L.W. HOLE, (1.966).

Two year effect of supervised toothbrushing with an -  
acidulated fluoride-phosphate solution. J. Canad. Dent.  
Assoc., 32: 89-93.

25.- BUNTING, R.W. y W. G. RICKERT, (1.915).

Dental Caries J. Natl: D.Assoc., 2: 247-269.

26.- BRUG, F. (1.921).

Neve spezielle Härtebestimmungen der Hartsubstanzen -  
des Zahnes.

27.- COLLINS, R. y cl. (1.961).

A study of the reactions of various tin (II) compounds  
with calcium hydroxyapatite. J. Am. Chem. Soc. 83: ---  
3.724-3.725.

28.- COLLINS, R., (1.962).

Reactions of tin (II) compounds with calcium hydroxya-  
patite. Ph. D. Thesis. Indiana University.

29.- CONRADO, D.A., (1.963).

Bacteriostatic and bactericidal properties of calcium  
hydroxide. Master's Thesis. Univ. of Alabama.

30.- CRAIG, R.G., P.E. GEHRING y F.A. PEYTON, (1.959).

Relation of structure to the microhardness of human --  
dentin. J.D. Res., 38: 624-630.

31.- CRAIG, R.G. y F.A. PEYTON, (1.958).

The microhardness of enamel and dentin. J.D. Res., 37:  
661-668.

- 32.- DAMELE, J.L., (1.961).  
Clinical evaluation of indirect pulp capping. J.D. --  
Res., 44: 756.
- 33.- DARLING, A.I., (1.956).  
Studies of the early lessions of enamel caries with -  
transmitted light, polarized light, and radiography.  
Brit. Dent. J., 101: 289-297; 329-341.
- 34.- DELANEY, J.M. y A.E. SEYLER, (1.966).  
Hard set calcium hydroxide as a sole base in pulp pro  
tection. J. Dent. Childr., 33: 13-19.
- 35.- DESHACER, D.O. y C.J. SWARTZ, (1.967).  
The formation of calcium fluoride on the surface of -  
hydroxyapatite after treatment with acidic fluoride -  
phosphate solutions. Archs. Oral. Biol., 12: 1.071----  
1.075.
- 36.- EHRENREICH, A.B., (1.968).  
A comparison of the effects of Zinc-Oxide Eugenol and  
Calcium Hidroxiide on carious dentin in human primary  
molars. J. Dent. Childr., 451-456.
- 37.- EIDELMAN, E., S.B. FINN y T. KOULOURIDES, (1.965).

Remineralization of carious dentine treated with calcium hydroxide. J.Dent. Childr., 32: 218-225.

38.- ERICSSON, Y., (1.962).

Effect of chloride ions on the fluoride uptake by dental enamel. Acta Odont. Scand., 20: 379-392.

39.- FISH, E.W., (1.928).

Physiology of dentin and its reaction to injury and disease. Brit. A.J., 49: 593.

40.- FISHER, R.B., y cl. (1.954).

The effects of several fluoride reagents upon the surface structure of powdered dental enamel. J.D. Res., 33: 50-54.

41.- FORBES, W.C., y S.H.Y. WEI, (1.967).

X-Ray diffraction analyses of stannous fluoride reactions with dentinal caries and synthetic hydroxyapatite. J. Dent. Res., 46: 1541.

42.- FRANCIS, M.D., (1.965).

Methods of evaluating tin and fluoride salts as anti-caries agents in animal caries experiments. J.D. Res., 44: 635-643.

- 43.- FRANK, R.H., F. WOLFF y B. GUTMANN, (1.964).  
Microscopie electronique de la carie au niveau de la -  
dentine humaine. Arch. Oral Biol., 9: 163-179.
- 44.- FUSAYAMA, T., K. OKUSE y H. HOSODA, (1.966).  
Relationship between hardness, discoloration and micro  
bial invasion in carious dentin. H. Dent. Res., 45: --  
1.033-1046.
- 45.- GEROULD, C.M., (1.945).  
Electro microscope study of the michanism of fluoride -  
deposition inteeth. J.D. Res., 24: 223-233.
- 46.- GRAY, J.A., (1.965).  
Acid dissolution rate of sound and white-spot enamel -  
treated with tin (II) and fluoride compounds J.D. Res.,  
44: 493-501.
- 47.- GUSTAFSON, G. y O. KLING, (1.948).  
Micro-hardness measurements in the human dental enamel.  
Odont. Tidskr., 56: 23.
- 48.- GUSTAFSON, A.G., (1.959).  
A morphologic investigation of certain variations in -  
the structure and mineralization of human dental enamel.

Odont. Tidsk., 67: 362-472.

49.- HAWES, R., J.J. DIMAGGIO y F. SAYEGH, (1.964).

Evaluation of direct and indirect pulp capping. J.D. -  
Res., 43: 808.

50.- HEAD, J., (1.912).

A study on saliva and its action on tooth enamel in re-  
ference to its hardening and softening. J.A.M.A., 59:  
2.118-2.122..

51.- HELD-WYDLERE, E., (1.964).

Natural (Indirect) pulp capping. J. Dent. Childr., 31:  
107-113.

52.- HERTING, H.C., (1.966).

Elektronenmikroskopische Beobachtungen an Kariösem --  
Dentin - II Mitteilung. DT. Zahnärzte. Z., 21: 1.085-  
1.094.

53.- HINRICHSSEN, C., (1.964).

Fluorides and dental caries. A review. N.Y. State D.J.,  
30: 373-384.

54.- HODGE, H.C., (1.937).



Microhardness studies on transparent dentine. Brit. -  
Dent. J., 63: 181-192.

55.- HODGE, H.C., (1.933).

The microhardness of teeth. J.A.D.A., 20: 227-233.

56.- HOERMAN, K.C. et al., (1.966).

Tin and fluoride uptake in human enamelinsitu: elec--  
troprobe and chemical microanalysis. J.A.D.A., 73: --  
1.301-1.305.

57.- HOWE, (1.917).

A method of sterilizing, and at the same time impreg--  
nating with a metal, affected to dental tissue. Dent.  
Cosmos, 59: 891-904.

58.- HOYT, W.H., y B.G. BIBBY, (1.943).

Use of Sodium fluoride for desensitizing Dentin. J.A.  
D.A., 30: 1.372.

59.- JOHANSEN, E., (1.962).

The nature of the carious lesion. Dent. Clinics of N.  
America, July, p: 305-319.

60.- JOHANSEN, E. y H.F. PARKS, (1.962).

Electron microscopia observations on sound human dentine. Arch. Oral. Biol., 7: 185-193.

61.- JOHANSEN, E., (1.964).

Microstructure of enamel and dentin. J.D. Res., 43: --  
1.007-1.020.

62.- JOHANSSON, B., (1.965).

Remineralization of slightly etched enamel. J.D. Res.,  
44: 64-70.

63.- JORDAN, T.J., S.H.Y. WEI, S.M. BROMBERGER y J.C. KING,  
(1.971).

$\text{Sn}_3\text{F}_3\text{PO}_4$ : The product of the reaction between stannous  
fluoride and hydroxiapatite. Archs. Oral Biol. 16: 241-  
246.

64.- KATO, S. y T. FUSAYAMA, (1.970).

Recalcification of Artificially decalcified dentin in  
vivo. I. Dent. Res., 49: 1.060-1.067.

65.- KERKHOVE, B.C.Jr., S.C. HERMAN y R.E. McDONALD, (1.964)

Evaluation of indirect pulp capping techniques. J.D. -  
Res., 43:808.

- 66.- KIMURA, K. et al. (1.971).  
Clinical test of Diammine Silver fluoride applied to -  
hyper sensitive dentin. Shikaga Kuho. 71: 708-713.
- 67.- KLEIN, D.I., (1.961).  
Association between deciduous dentin sclerosis and cal  
cium hydroxide methyl cellulose base material. J.A.D.A.  
63: 76-84.
- 68.- KNOOP, F., (1.939).  
Sensitive Pyramidal - Diamond Tool for indentation mea  
surements. J. Res. N.B.S., 23: 39.
- 69.- KRAUS, A., (1.934).  
Is Exhavieren bis ins gesunde Dentin notwendig? Z. Sto  
matol., 32: 1.459.
- 70.- KRONFELD, R. (1.939).  
Histopathology of the teeth and their surrounding struc  
tures. Philadelphia. Leay Febiger, p: 67.
- 71.- KOULOURIDES, T. y W. PIGMAN, (1.960).  
Studies on rehardening of artificially softened enamel.  
J.D. Res. 39: 198.

- 72.- KOULOURIDES, T., H. CUETO y W. PIGMAN, (1.961).  
Rehardening of the softened enamel surfaces of teeth  
by solutions of calcium phosphates. Nature, 189: 4.760,  
226-227.
- 73.- KOULOURIDES, T., (1.962).  
Remineralization of enamel and dentin. Dent. Clinics  
of N. America. July: 485-497.
- 74.- KOULOURIDES, T., FEAGIN F. y W. PIGMAN, (1.965).  
Remineralization of dental enamel by saliva in vitro.  
Annals. N.Y. Acad. Sci., 131: 685-693.
- 75.- LAW, D.B. y T.H. LEWIS, (1.961).  
The effect of calcium hydroxide on deep carious le---  
sions. O. Sur, O. Hed, O. Path. 14: 1.130-1.137.
- 76.- LEFFKOWITZ, W. (1.942).  
"Vitality" of the calcified dental tissues. V., I Dent.  
Res., 21: 423.
- 77.- LENZ, H. y H.R. MUHLEMANN, (1.963).  
Repair of Etched enamel exposed to the oral environ---  
ment. Helv. Odont. Acta., 7: 47-49.

- 78.- LENZ, H. y H.R. MUHLEMANN, (1.963).  
In-vivo and in-vitro effects of saliva on etched or -  
mechanically marked enamel after certain periods of ti  
me. Helv. Odont. Acta, 70: 30-33.
- 79.- LITTLE, M.F. y L.T. STEADMAN, (1.966).  
Chemical and physical properties of altered and sound  
enamel. Arch. Oral Biol., 11: 273-278.
- 80.- LOWATER, F. y H.M. MURRAY, (1.937).  
Chemical composition of teeth Biochem. I., 31: 837-841.
- 81.- MALONE, W.F., C. BELL y M. MASSLER, (1.966).  
Physicochemical Characteristics of active arrested ca-  
rious lesions of dentin. J. Dent: Res., 45. 16-25.
- 82.- MASSLER, M. (1.955).  
Effects of filling materials on the pulp. Tenn. S. ---  
Dental. A.J., 35: 353-374.
- 83.- MASSLER, M., (1.962).  
Control of caries: a new concept. New Zealand Dent. J.  
11: 20-26.
- 84.- McDOUGALL, W.A. y K.F. ADKINS, (1.966).

A method for the in vitro study of the demineraliza--  
tion and remineralization of the subsurface enamel. --  
Austral Dent. J. 11: 20-26.

85.- MILLER, W. y M. MASSLER, (1.962).

Permeability and staining of active and arrested le--  
sions in dentine. Brit. Dent. J. 112: 187-197.

86.- MJOR, I.A., S.B. FINN y M.B. QUIGLEY, (1.961).

The effect of calcium hydroxide and amalgam on non-ca  
rious vital dentine. Arch. Oral Biol., 3: 283-291.

87.- MJOR, I.A., (1.967).

Histologic studies of human coronal dentine following  
the insertion of various materials in experimentally -  
prepared cavities. Archs. Oral Biol. 12: 441-452.

88.- MJOR, I.A., (1.960).

Changes in the mineralization of dentin produced by --  
Calcium Hydroxide and amalgam. Thesis Univ. of Alabama.

89.- MJOR, I.A. y R. FURSETH, (1.968).

The Inorganic phase of calcium hydroxide and corticos-  
teroid covered dentine studied by electron microscopy.  
Archs. Oral Biol. July; 755-763.

- 90.- MORITANI, K., et cl. (1970).  
Clinical Evaluation of Diammine silver fluoride in controlling caries of deciduous teeth. Rinsho-Shiko. 226: 48-53.
- 91.- MOPPER, K.W., (1.966).  
Remineralization of dentine M. S. Thesis of Illinois.
- 92.- MUHLEMANN, H.R., H. LENZ y K. ROSSINSKY, (1.964).  
Electron microscope appearance of rehardened enamel. Helv. odont. Acta., 8: 108-111.
- 93.- MUHLER, J.C., (1.959).  
Present status of topical fluoride therapy. J. Dent. - Childr. 26: 173-185.
- 94.- MUHLER, J.C., (1.961)  
Practical methods for reducing dental caries in children not receiving the stablished benefits of communal fluoridation. J. Dent. Childr., 28: 5-12.
- 95.- MUHLER, J.C., (1.968).  
Control of dental caries. In current therapy in dentistry. Vol. 3 pp: 791 Hosby, St. Louis.

- 96.- MUMERY, J.H., (1.924).  
Microscopic and general anatomy of the teeth. ed. 2.  
London, Oxford University Press. p. 236.
- 97.- MURASE, M. y H. TAKAI, (1.969).  
Clinical effect of diammine silver fluoride on cervical hypersensitivity. The Nippon Dental Review. 323: 1.123-1.126.
- 98.- MURASE, M. et al. (1.970).  
On application of Diamine Silver fluoride to clasped -  
teeth. The Nippon Dental Review. 352: 110-114.
- 99.- NELSON, K.G. (1.968).  
Studies on the rate of formation of calcium fluoride on hydroxyapatite in buffered fluoride solutions. Ph. D. Thesis Univ. of Michigan.
- 100.- NEWBRUN, E., y W. PIGMAN, (1.960).  
The Hardness of enamel and dentin. Aus. Dent. J., 5: 210-217.
- 101.- NISHINO, M., (1.969).  
Studies on the topical application of ammoniacal silver fluoride for the arrestment of dental caries. I.



Osaka Univ. Dent. Soc., 14: 1-14.

- 102.- NISHINO, M. YOSHIDA et cl. (1.969).  
Effect of topically applied ammoniacal silver fluoride on dental caries in children. I. Osaka Univ. Dent. Sch., 9: 149-155.
- 103.- NISHINO, M. y M. MASSLER, (1.972).  
Immumization of caries susceptible pits and fissures - with a diammine silver fluoride solution. The Japanese J. of Pedodontics. 10: 6-12.
- 104.- OHGUSHI, K. y T. FUSAYAMA, (1.975).  
Electron microscopic structure of two layers of carious dentin. J. Dent. Res. 54: 1.019-1.026.
- 105.- PICKEL, F.A., et cl. (1.965).  
Evaluation of enamel rehardening agents in saliva. J. D. Res., 44: 855-859.
- 106.- PIGMAN, W. et cl. (1.964).  
Conditions affecting the reardening of softened enamel. J.D. Res., 43: 1.187-1.195.
- 107.- PROELL, F.W. y SHUBERT, (1.928).

Die Ritzhärte des Schmelzes. Stschr. Stomatol., 26:  
1.047-1.063.

108.- PUTTNAM, N.A., y F. BRADSHAW, (1.965).

X-Ray fluorescence studies on the effect of stannous  
fluoride on human teeth. Adv. Fluoride Res., 3: 145-  
150.

109.- RICHARDSON, J.F. y M.K. WORTNER, (1.945).

A micro-hardness instrument for studying surface hard-  
ness. Austral J. Dent. 49: 217-222.

110.- RICHTER, M., (1.931).

Härteprüfung an Schmelz und Dentin II Ztschr. Stoma-  
tol., 29: 591-606.

111.- RUTHRAUFF, W. H., (1.923).

Landmarks in Dental research Leading to the establish-  
ment of the calcification theory of immunity to den-  
tal caries. Philadelphia, Wm. Ruthrauff Co.

112.- SARNAT, H. y M. MASSLER, (1.965).

Microstructure of active and arrested dentinal caries.  
J.D. Res., 44: 1.389-1.401.

- 113.- SATO, R. y Y. SAITO, (1.970).  
Clinical application of silver ammonia fluoride to -  
children. The Nippon D. Rev., 332: 66-67.
- 114.- SATO, Y., y T. FUSAYAMA, (1.976).  
Removal of dentin by Fuchsin staining. J. Dent. Res.,  
55: 678-683.
- 115.- SELVING, K.A., (1.968).  
Ultrastructural changes in dentine exposed to a weak -  
acid. Arch. Oral Biol., 13 n/s 988.
- 116.- SHIMIZU, A., (1.974).  
Effect of Diammine silver fluoride on recurrent caries.  
Jap. J. Conserv. Dent., 17: 1-19.
- 117.- SHIMOOKA, S. (1.972).  
On the penetration of silver nitrate and ammoniacal --  
silver fluoride into microstructure of the sound dentil  
ne. Odontology. 59: 534-566.
- 118.- SOGNAES, R.F., (1.957).  
Microradiographic observations on demineralization  
in the pathogenesis of hard tissue destruction. Arch.  
Oral Biol.. 1: 106-121.

119.- SOGNAES, R.F., (1.963).

Mechanisms of hard tissue destruction. Am. Assoc. ---  
Adv. Sci., 4: 91-153.

120.- SOLOMONS, C.C. y W.F. NEUMAN, (1.960).

On the mechanisms of calcification: The remineraliza-  
tion of dentin. J. Biol. Chem., 235: 2.502-2.506.

121.- SONI, N.N. y F. BRUDEVOLD. (1.960).

Microradiographic and polarized light studies of arti-  
ficially produced lesions J.D. Res., 39: 233-240.

122.- SOUDER, W. y I.C. SCHOONOVER, (1.943).

Abrasion and solution of teeth. J.A.D.A., 30: 1.725.

123.- SOUDER, W. y I.C. SCHOONOVER, (1.944).

Experimental remineralization of dentin. J.A.D.A., --  
31: 1.579-1.586.

124.- SOWDEN, J.R. (1.956).

Preliminary report on the recalcification of carious  
dentin. J. Dent. Child., 23: 187-188.

125.- SPERR, W. y W. SEILLER, (1.979).

Increase in hardness of human enamel after topical --

fluoridation. J.A.D.C., 10: 15-19.

- 126.- STOOKEY, G.K. y I.C. MUHLER, (1.966).  
Laboratory studies concerning fluoride metabolism ---  
using two different types of fluoride tablets. J. Dent  
Child., 33: 90-100.
- 127.- TERACHIMA, S. y T. FUSAYAMA, (1.972).  
Differentiation of two layers of carious dentin by --  
staining. J. Dent. Res., 51: 83-92.
- 128.- TORREL, P., (1.956).  
The possibility of using iron fluoride in topical ---  
applications. A study in vitro. Odont. Tidskr., 64: -  
189-194.
- 129.- TOTAH, V.P., (1.941).  
Increase in hardness of dentin on drying. : 99-101.
- 130.- VAHL, J., H.J. HOHLING y R.M. FRANK, (1.964).  
Elektronenstrolbeugung on rhomboedrisch aussehenden.  
Mineralbildungen in Kariösen Dantin. Archs. Oral Biol.,  
9: 315-320.
- 131.- VISSOTZKY, I.A., (1.945).

Formation of "irregular" dentine tufts D. Outlook,  
19: 8.

132.- VOLKER, J.F., (1.939).

The effect of fluorine on the solubility of enamel -  
and dentin. Prac. Soc. Exp. Biol. And Med., 42: 725-  
727.

133.- VOLKER, J.F., (1.940).

Studies on the acid solubility of human enamel. J.D.  
Res., 19: 35-40.

134.- WARREN, S.L., et cl., (1.934).

Quantitative method of studying roentgen-roy absor---  
tion of tooth slabs. Amer. J. Roentgenol, 31: 663.

135.- WEI, S.H.Y., (1.963).

Mechanisms of actions of fluorides. Probe, 14: 5-13.

136.- WEI, S.H.Y. y W.C. FORBES, (1.968).

X-Ray Diffraction Analyses of the reactions between  
intact and powdered enamel and several fluoride solu-  
tions, J.D. Res, 47: 471-477.

137.- WEI, S.H.Y, y M. MASSLER, (1.967).

Fluoride applications to carious dentine. J. Dent. -  
Res., 46: 1.110.

- 138.- WEI, S.H.Y., (1.967).  
Remineralization of Enamel and dentine. A Review. J.  
Dent. Childr., 34: 444-451.
- 139.- WEI, S.H.Y., (1.967).  
Remineralization of carious dentine Thesis Chicago, -  
Illinois.
- 140.- WEI, S.H.Y., y W.C. FORBES, (1.968).  
X-Ray diffraction analysis of carious dentine treated  
with stannous fluoride. Archs.Oral Biol., 13:407-416.
- 141.- WEI, S.H.Y., J.C. RAQUELLER y MASSLER, (1.968).  
Remineralization of carious dentine. J.Dent. Res., -  
47: 381-391.
- 142.- WEI, S.H.Y. y W.C. FORBES, (1.969).  
Reactions of powdered sound dentin with several fluo-  
ride solutions. J. Dent. Res., 48: 149-152.
- 143.- WEI, S.H.Y. y T. KOULOURIDES, (1.971).  
A propos de la remineralisation de l'émail: microson-

dage électronique et tests de microdureté. Médecine et Hygiène. 29: 737-739.

144.- WEIDER, S.R. y HOHAMMED, (1.956).

Reparative Dentine following cavity preparation and - fillings. Oral Surg. Or. Med. Or. Path. 9: 221.

145.- WILSON, C.L. y D.W. WILSON, (1.959).

Comprehensive analytical Chemistry. Vol. I.A.p. 336. New York.

146.- WRIGHT, H.N. y E.L. FENSKE, (1.938).

Factors involved in variability in hardness of Tooth structures. J.D. Res., 17: 297.

147.- YAMAGA, R., M. NISHINO, S. YOSHIDA y I. YOKOMIZO, --- (1.972).

Diammine silver fluoride and its clinical application. J. Osaka Univ. Dental School. 12: 1-20.

148.- YAMAGA, R., I. YOKOMIZO, (1.969).

Arrestment of caries of deciduous teeth with Diamine silver fluoride. Dental outlook. 33: 1.007-1.013.

149.- YOSHIDA, S., (1.969).



Effective method of controlling caries of deciduous teeth. Shinshicho 3: 89-90.

150.- YOSHIDA, S., y R. YAMAGA, (1.970).

Control of caries with a new cariostatic agent: Diamine silver fluoride. Dental out look, 35: 1.473-1.476.

151.- ZANDER, M.A., (1.954).

Treatment of dentin before insertion of restorations. Int. D. J., 4: 693.

152.- ZANDER, M.A., (1.959).

Pulp responses to restoratives materials. J. Amer. D. Assoc., 59: 911-923.

VII TABLAS Y GRAFICAS

TABLA 1

VARIACION DE LA MICRODUREZA DENTINARIA SEGUN LA SUSTANCIA REMINERALIZANTE EMPLEADA

CASO N°	DIENTE N°	RESTAURACION IN SITU(DIAS)	KHN Ca(OH) <sub>2</sub> BASE DENTINARIA M ± SD	KHN SnF <sub>2</sub> BASE DENTINARIA M ± SD	KHN Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> F BASE DENTINARIA M ± SD	CONTROL M ± SD
1	14	50	63,08 <sup>±</sup> 2,74	78,98 <sup>±</sup> 7,9	67,52 <sup>±</sup> 3,1	43,79 <sup>±</sup> 1,5
2	24					
3	34					
4	44					
5	14	50	71,15 <sup>±</sup> 2,2	58,60 <sup>±</sup> 2,1	67,6 <sup>±</sup> 3,5	51,6 <sup>±</sup> 2,29
6	24					
7	34					
8	44					
9	14	45	64,18 <sup>±</sup> 7,1	69,3 <sup>±</sup> 7,8	70,9 <sup>±</sup> 5,52	45,54 <sup>±</sup> 1,2
10	24					
11	34					
12	44					
13	14	50	71,75 <sup>±</sup> 1,3	47,60 <sup>±</sup> 3,2	53,77 <sup>±</sup> 0,77	52,82 <sup>±</sup> 5,9
14	24					
15	34					
16	44					
17	14	55	58,2 <sup>±</sup> 2,3	72,02 <sup>±</sup> 2,2	62,5 <sup>±</sup> 2,8	49,0 <sup>±</sup> 1,4
18	24					
19	34					
20	44					

TABLA 2

VARIACION DE LA MICRODUREZA DENTINARIA SEGUN LA SUSTANCIA REMINERALIZANTE EMPLEADA

CASO N°	DIENTE N°	RESTAURACION IN SITU(DIAS)	KHN Ca(OH) <sub>2</sub> BASE DENTARIA M ± SD	KHN SnF <sub>2</sub> BASE DENTARIA M ± SD	KHN Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> F BASE DENTARIA M ± SD	CONTROL M ± SD
21	14	95	64,5 <sup>±</sup> 3,0	62,5 <sup>±</sup> 2,7	67,3 <sup>±</sup> 2,5	47,2 <sup>±</sup> 1,5
22	24					
23	34					
24	44					
25	14	95	68,4 <sup>±</sup> 2,6	64,25 <sup>±</sup> 4,3	66,4 <sup>±</sup> 2,6	46,1 <sup>±</sup> 1,4
26	24					
27	34					
28	44					
29	14	90	67,6 <sup>±</sup> 2,6	67,9 <sup>±</sup> 5,0	66,5 <sup>±</sup> 2,7	46,5 <sup>±</sup> 1,9
30	24					
31	34					
32	44					
33	14	90	70,2 <sup>±</sup> 4,2	63,1 <sup>±</sup> 2,4	65,9 <sup>±</sup> 3,6	45,5 <sup>±</sup> 2,5
34	24					
35	34					
36	44					
37	14	90	68,2 <sup>±</sup> 5,3	64,5 <sup>±</sup> 3,4	66,3 <sup>±</sup> 2,3	48,3 <sup>±</sup> 2,2
38	24					
39	34					
40	44					

TABLA 3

ESTUDIO DE LA MICROANISOTROPIA DE LA DUREZA KNOOPS

MUESTRA DE DENTINA. CORTE REALIZADO PERPENDICULAR A PLANO OCLUSAL		CORTE PARALELO A PLANO OCLUSAL
IDENTACION EN DIRECCION FIBRAS	IDENTACION PERPENDICULAR A FIBRAS	
36,3	45,5	42,1
45,5	45,5	45,5
45,5	45,5	45,5
49,4	53,8	45,5
45,5	53,8	42,1
49,4	53,8	45,5
49,4	45,5	45,5
36,3	49,4	42,1
45,5	45,5	45,5
42,1	45,5	45,5
48,8	45,5	48,8
$\bar{x} = 45,8 \sigma \pm 6$	$\bar{x} = 48,1 \sigma \pm 3,6$	$\bar{x} = 45,8 \sigma \pm 4,3$

TABLA 4

ESTUDIO DE ANISOTROPIA

MICRODUREZA EN VICKERS

DIRECC. FIBRAS	PERPEND. FIBRAS	DIRECC. FIBRAS	PERPEND. FIBRAS	DIRECC. FIBRAS	PERPEND. FIBRAS	DIRECC. FIBRAS	PERPEND. FIBRAS	DIRECC. FIBRAS	PERPEND. FIBRAS
231.8	127	148.3	148.3	231.8	186.1	178.3	178.3	191.5	180.3
231.8	231.8	186.1	186.1	231.8	231.8	199.1	199.1	211.5	211.5
148.3	148.3	175.6	160.9	148.3	190.5	178.3	178.3	180.1	180.1
148.3	148.3	137.1	160.9	148.3	148.3	178.3	178.3	182.3	170.0
191.5	175.2	118.2	190.2	190.1	189.2	190.2	187.6	216.1	206.4
190.3	166.1	231.8	191.5	231.8	180.5	165.1	169.0	168.2	188.2
180.4	175.6	191.5	175.2	148.3	166.1	156.2	183.5	191.5	191.5
198.6	156.4	160.9	148.3	148.3	241.8	200.4	173.1	173.5	173.5
191.4	167.2	191.5	175.2	231.8	148.3	157.5	178.3	207.2	207.2

TABLA 5  
RELACION MICRODUREZA CON TIEMPO DE GRABADO  
(VICKERS)

	TIEMPO				
	15"	1'	5'	10'	20'
	231,8	148,3	231,8	178,3	191,5
	231,8	216,1	231,8	199,1	211,5
	148,3	175,6	148,3	178,3	180,1
	191,5	137,1	148,3	178,3	182,3
	190,3	178,2	190,1	190,2	216,1
	180,4	231,8	231,8	165,1	168,2
	198,6	191,5	148,3	156,2	191,5
$\bar{x}$	195	182	189	179	191
$\sigma$	$\pm 27$	$\pm 29$	$\pm 38$	$\pm 13$	$\pm 16$

TABLA 6

VARIACION DE LA MICRODUREZA EN FUNCION DEL TIEMPO DE ACCION DE LAS SUSTANCIAS REMINERALIZANTES EMPLEADAS .

	50 DIAS		95 DIAS	
$\text{Ca(OH)}_2$	65,6	SD 5,1	67,78	SD 1,8
$\text{Ag(NH}_3)_2\text{F}$	64,4	SD 5,9	66,48	SD 0,4
$\text{SnF}_2$	65,3	SD 11,0	64,3	SD 1,8
CONTROL	48,5	SD 3,4	46,72	SD 0,9



TABLA 7

VARIACION DE LA MICRODUREZA DESPUES DE EMBEBER MUESTRAS DE DIENTES DE CONTROL EN DISTINTOS TIEMPOS Y SOLUCIONES "IN VITRO"

CASO	TIEMPO	SOLUCION	MICRODUREZA KNOOP $\bar{x}$	D.S. $\pm \sigma$	MICRODUREZA ANTES DE EMB.
2	15 m.	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$	43,2	4,0	$43,7 \pm 1,5$
8	15 m.	$\text{SnF}_2$	54,0	3,6	$51,6 \pm 2,3$
11	15 m.	$(\text{OH})_2\text{Ca}$	45,5	3,0	$45,5 \pm 1,2$
16	12 h.	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$	49,6	2,4	$52,8 \pm 6$
20	12 h.	$\text{SnF}_2$	46,5	6,7	$49 \pm 1,4$
24	12 h.	$(\text{OH})_2\text{Ca}$	50,0	2,0	$47,2 \pm 1,5$
28	24 h.	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$	45,3	4,3	$46,1 \pm 1,4$
32	24 h.	$\text{SnF}_2$	45,5	3,7	$46,5 \pm 2$
36	24 h.	$(\text{OH})_2\text{Ca}$	45,1	1,0	$45,5 \pm 2,5$

TABLA 8

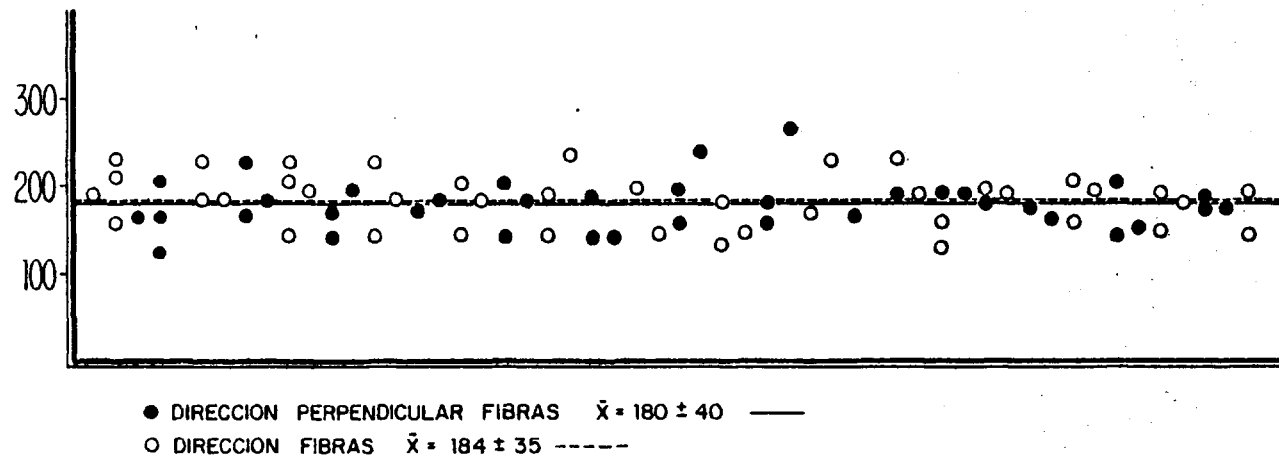
TABLA DE LA DISTRIBUCION DE  $t$  DE STUDENT

(Valores  $t$  para pruebas de dos direcciones)

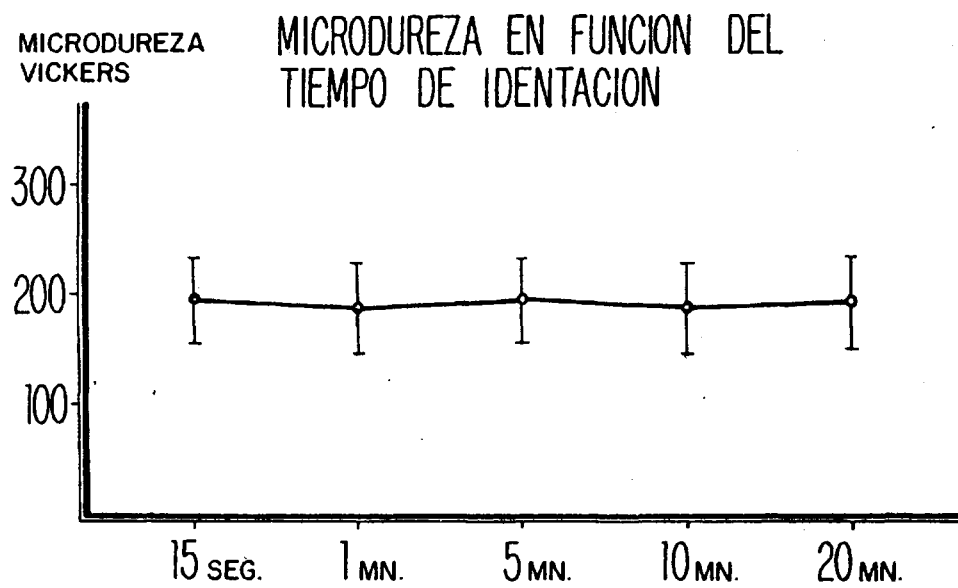
g.l.	$p = 0.20$	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002
1	3.08	6.31	12.7	31.8	63.6	318.3
2	1.89	2.92	4.30	6.97	9.93	22.3
3	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84	10.2
4	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60	7.17
5	1.48	2.02	2.57	3.37	4.03	5.89
6	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71	5.21
7	1.42	1.90	2.37	3.00	3.50	4.79
8	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36	4.50
9	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25	4.30
10	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17	4.14
11	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11	4.03
12	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06	3.93
13	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01	3.85
14	1.35	1.78	2.15	2.62	2.98	3.79
15	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95	3.73
16	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92	3.69
17	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90	3.65
18	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88	3.61
19	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86	3.58
20	1.33	1.73	2.09	2.53	2.85	3.55
21	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83	3.53
22	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82	3.51
23	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81	3.49
24	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80	3.47
25	1.32	1.71	2.06	2.49	2.79	3.45
26	1.32	1.71	2.06	2.48	2.78	3.44
27	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77	3.42
28	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76	3.41
29	1.31	1.70	2.05	2.46	2.76	3.40
30	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75	3.39
40	1.30	1.68	2.02	2.42	2.70	3.31
60	1.30	1.67	2.00	2.39	2.66	3.23
120	1.29	1.66	1.98	2.36	2.62	3.16
$\infty$	1.28	1.645	1.96	2.33	2.58	3.09

MICRODUREZA  
VICKERS

# ESTUDIO DE ANISOTROPIA

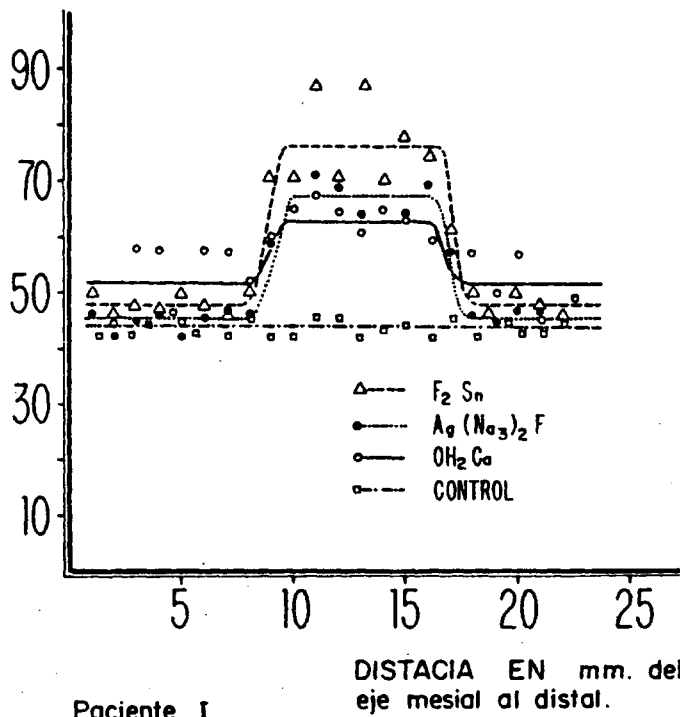


GRAFICA 1



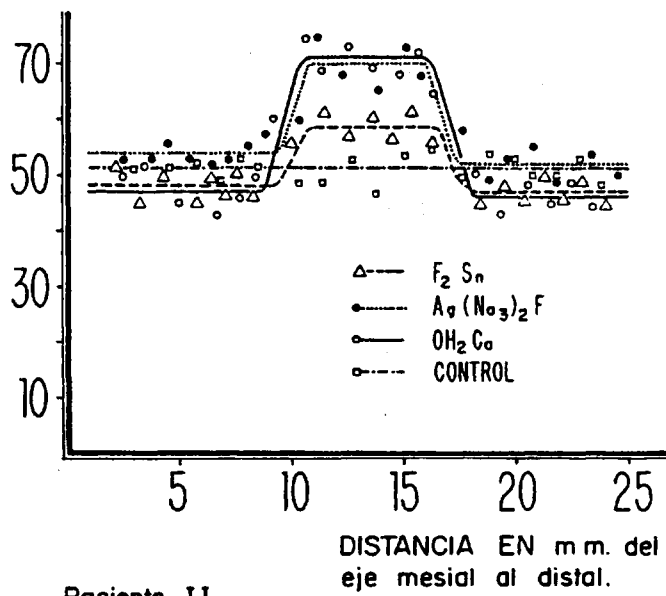
GRAFICA 2

MICRODUREZA  
EN KNOOPS



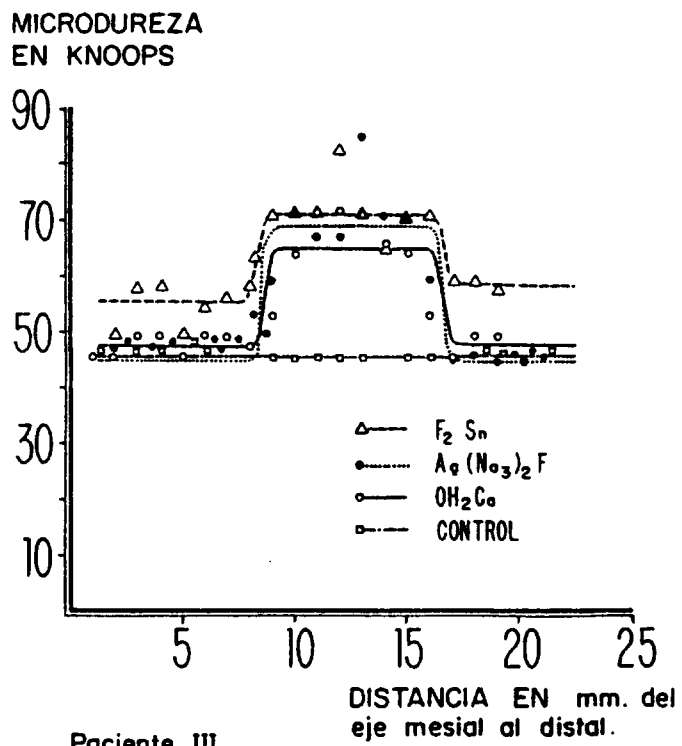
GRAFICA 3

MICRO-  
DUREZA  
EN KNOOPS



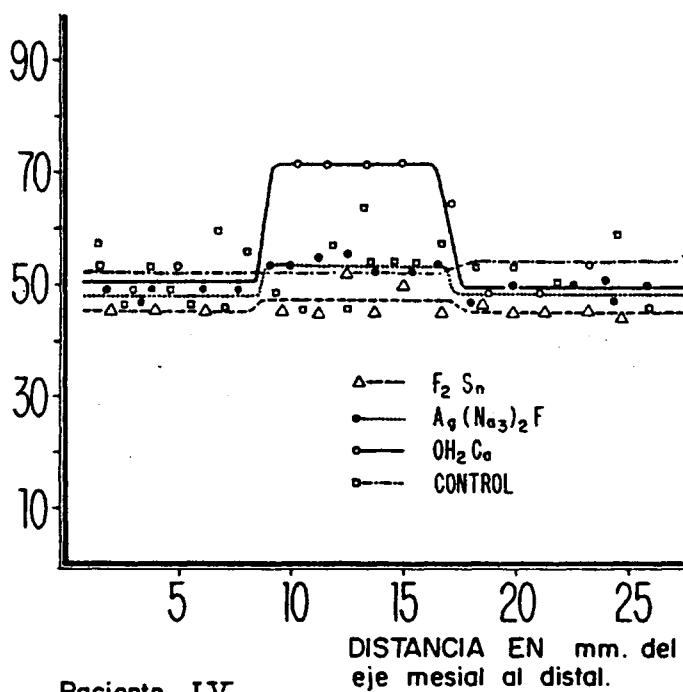
Paciente II

GRAFICA 4



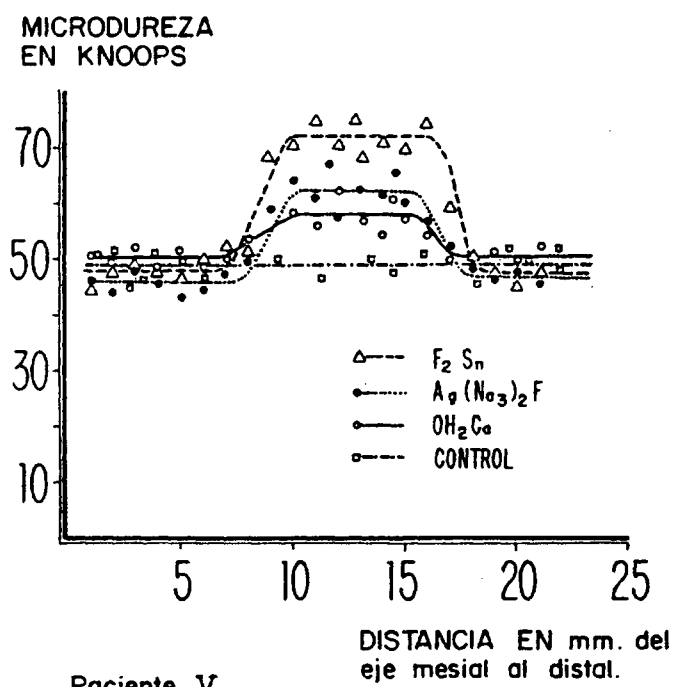
GRAFICA 5

MICRODUREZA  
EN KNOOPS



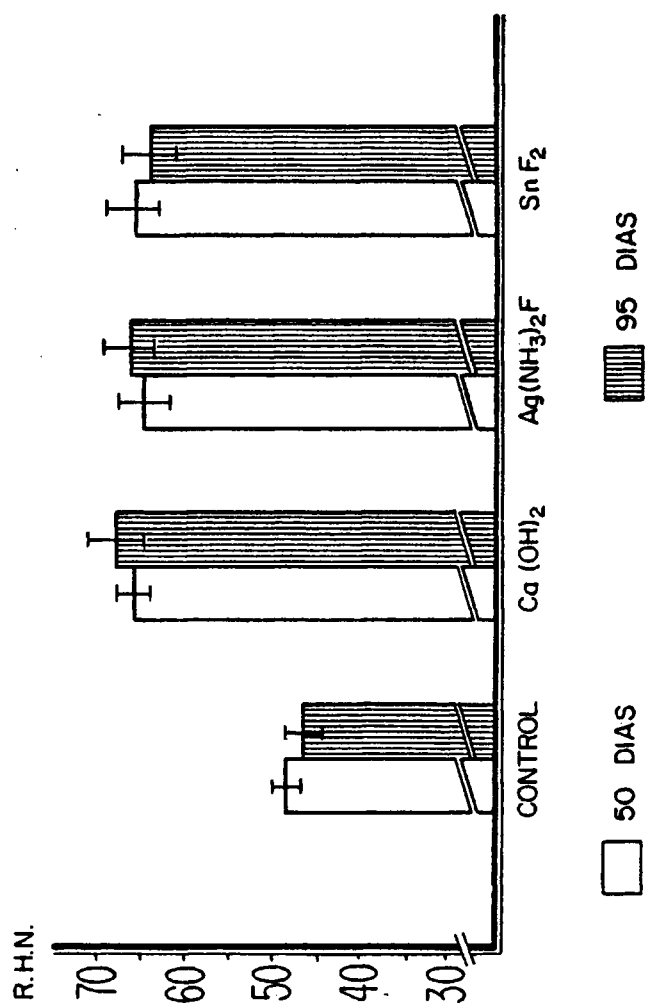
GRAFICA 6





Paciente V

GRAFICA 7



GRAFICA 8

**VIII FIGURAS**

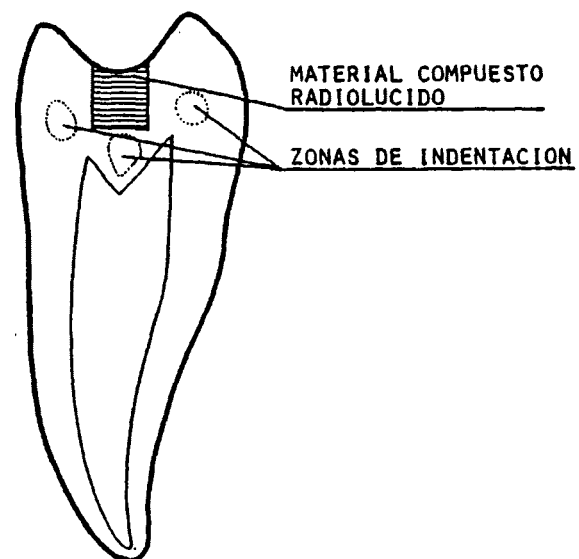


FIGURA 1.- ESQUEMA DE LA SECCION LONGITUDINAL DE  
UN DIENTE DE CONTROL PARA MEDIDAS DE MICRODUREZA.

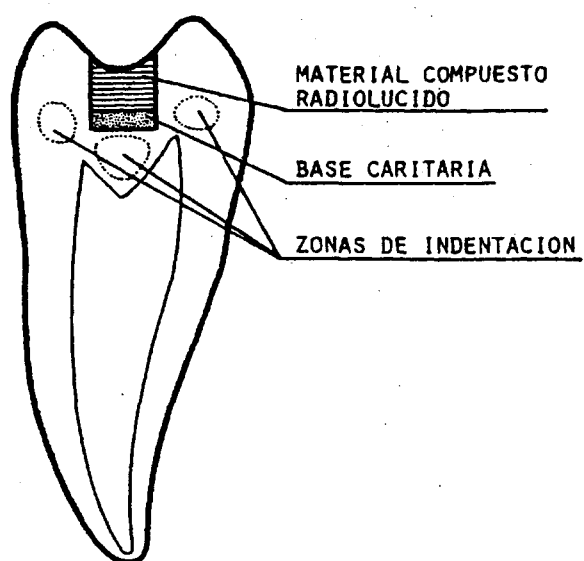


FIGURA 2.- ESQUEMA DE SECCION LONGITUDINAL DE UN  
DIENTE TRATADO CON UNO DE LOS PRODUCTOS EN INVE  
STIGACION, CON INDICACION DE LAS ZONAS DONDE SE MI  
DIO LA DUREZA.

# INDENTADOR KNOOP

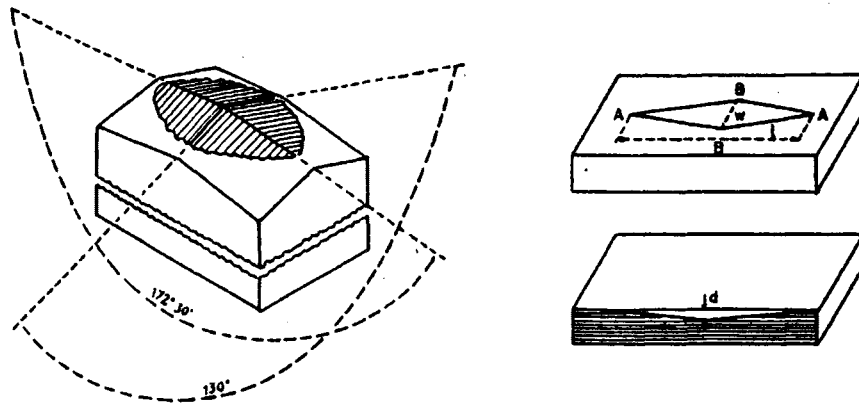


FIGURA 3.- DIBUJO ESQUEMATICO DEL INDENTADOR DE DIAMANTE (IZQUIERDO) QUE DA LUGAR A INDENTACIONES DE LA FORMA MOSTRADA A LA DERECHA.

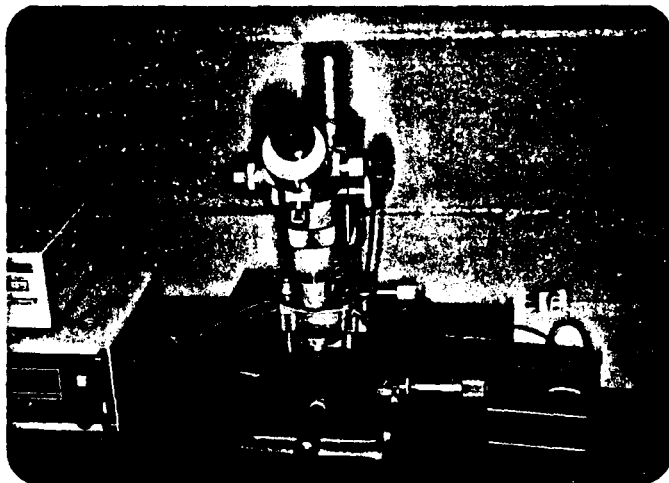


Figura 4 a.- MICRODURIMETRO LEITZ

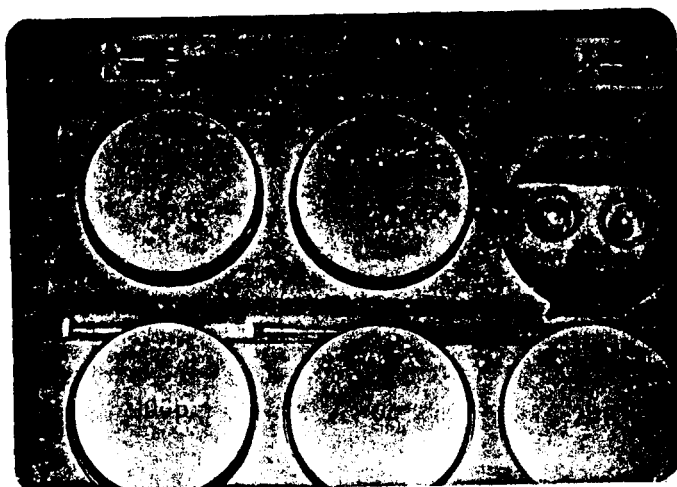


Figura 4 b.- JUEGO DE PESAS E INDENTADORES

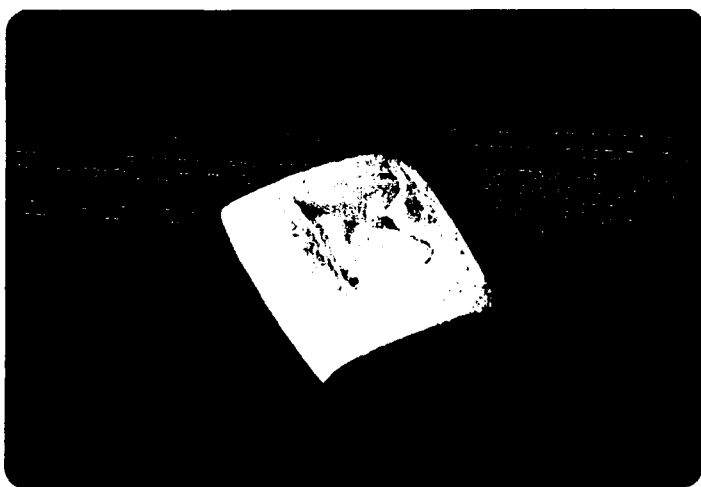


Fig. 5.- Fotografía ampliada de sección longitudinal de un --  
diente embebido en escayola para medidas de microdu-  
reza.





Fig. 6.- Radiografía en boca de los cuatro primeros premo--  
lares.- Antes del tratamiento.- Paciente I.



Fig. 7.- Radiografías en boca de los cuatro primeros premola-  
res.- Antes del tratamiento.- Paciente V.

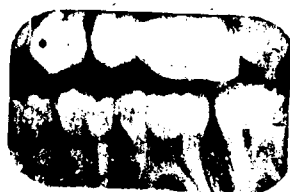


Fig. 8.- Radiografías en boca de los cuatro primeros premo-  
lares. Antes del tratamiento. Paciente VII.

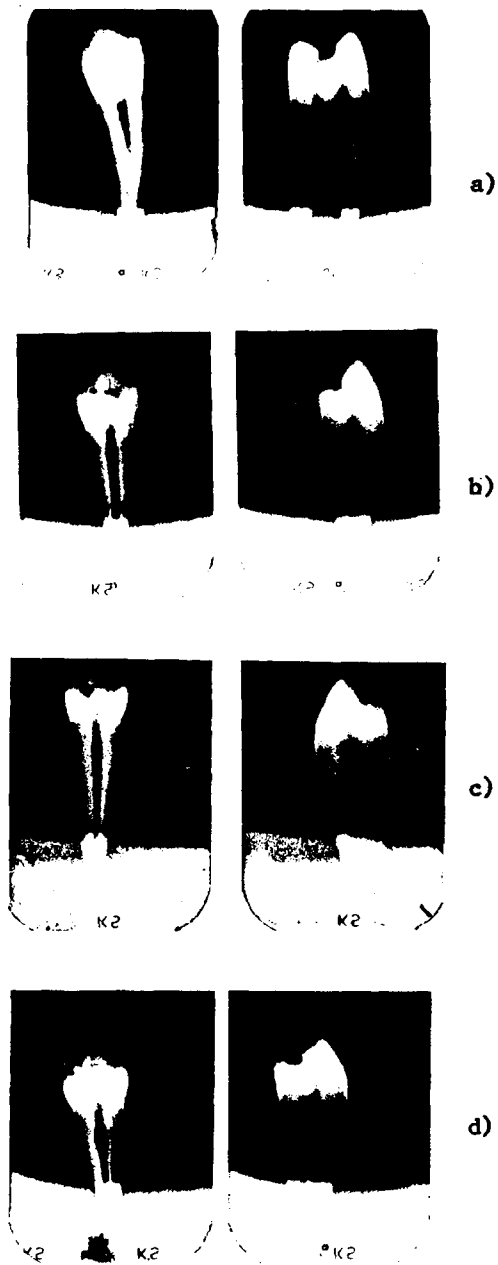


Fig. 9.- Radiografías de los cuatro primeros premolares. Antes del tratamiento. Paciente IX.

**Figura 10.- Radiografías de dientes recién extraídos (frente y perfil) muestras de control.**

- a).- Caso nº 2
- b).- Caso nº 20
- c).- Caso nº 28
- d).- Caso nº 36

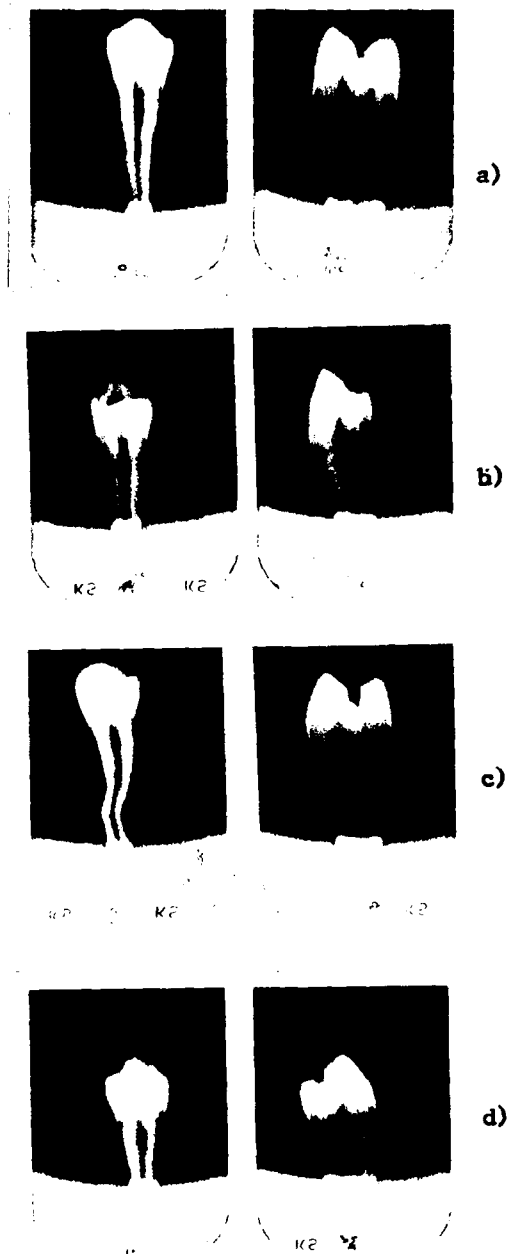
Fig. 10



**Figura 11.- Radiografías de dientes recién extraídos tratados con Hidróxido de Calcio. (frente y perfil)**

- a).- Caso nº 1
- b).- Caso nº 19
- c).- Caso nº 27
- d).- Caso nº 35

Fig. 11





**Figura 12.- Radiografías de dientes recién extraídos tratados con Fluoruro Estanoso.**

a).- Caso nº 3

b).- Caso nº 17

c).- Caso nº 25

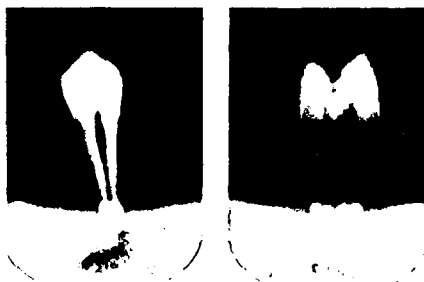
d).- Caso nº 33

Fig. 12

- 175 -



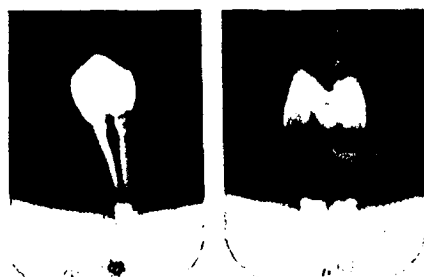
a)



b)



c)



d)

**Figura 13.- Radiografías de dientes recién extraídos tratados con fluoruro de plata amoniacal (frente y perfil)**

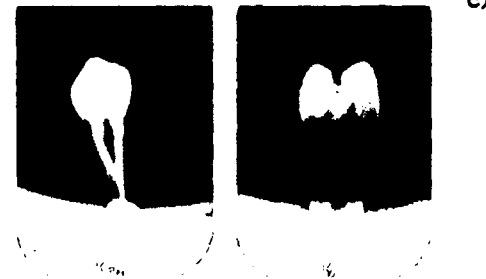
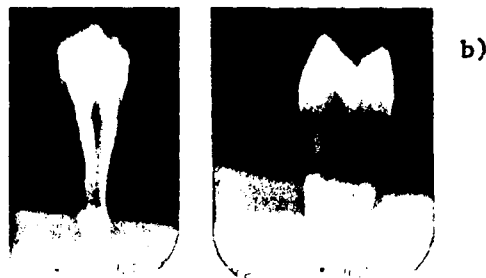
**a).- Caso nº 18**

**b).- Caso nº 26**

**c).- Caso nº 34**

Fig. 13

- 177 -



d)



EXPLORADO